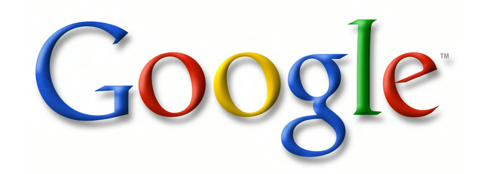
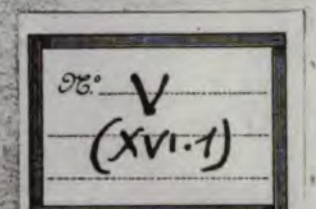


Überreicht vom Verfasser.

Laibacher Erdbebenstudien.

Von

Albin Belar.



Mit vier Tafeln.

Laibach 1899.

Buchdruckerei Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg.

Im Verlage der Erdbebenwarte.

Be

Laibacher Erdbebenst

Von

Albin Belar.

Mit vier Tafeln.

Laibach 1899.

Buchdruckerei Ig. v. Kleinmayr & Fed.

Im Verlage der Erdbebenwarte.

(Aus dem Jahresberichte der k. k. Staats-Oberrealschule in Laibach
für das Schuljahr 1898/99.)

Erdbebenwarte.

Chronik. Über Einschreiten der Leitung der Erdbebenwarte an das italienische Ackerbauministerium verfügte dieses in einer Zuschrift vom 23. September 1898, Z. 27.257, die unentgeltliche tägliche Einsendung des «Bolletino Meteorico», herausgegeben von der Centrale für Meteorologie in Rom, in welchem auch alle Berichte über etwaige Beben in Italien enthalten sind.

In der Sitzung vom 19. Jänner 1899 hatte die Erdbeben-Commission der kais. Akademie der Wissenschaften dem Leiter der Erdbebenwarte das Amt eines Referenten für Erdbeben in Dalmatien übertragen.

Über Ansuchen an das k. k. Ackerbauministerium um eine telegraphische Verbindung der Erdbebenwarte in Laibach mit der Sternwarte in Triest behufs directer Übermittlung einer genauen Zeit wurde erfreulicherweise Folge gegeben, so dass die Erdbebenwarte nunmehr auch in dieser Richtung hin vervollständigt ist.

Das Anerbieten der Leitung der Erdbebenwarte, an die Erdbeben-Commission der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien monatliche Bebenberichte einzusenden, wurde von der genannten Commission freundlichst entgegengenommen.

Kurze Mittheilungen von seismischen Vorgängen werden jederzeit an die kais. Akademie der Wissenschaften sowie auch an eine Reihe ausländischer Erdbebenwarten versendet.

Das k. k. Ministerium für Cultus und Unterricht hat mit dem Erlasse vom 4. Februar 1899, Z. 1940, der Direction zur Erhaltung der in der Anstalt errichteten Erdbeben-Beobachtungswarte für das Jahr 1899 eine Subvention im Betrage von 400 fl. bewilligt und gleichzeitig genehmigt, dass die Lehrverpflichtung des mit der Leitung der erwähnten Warte betrauten Professors *Albin Belar* im II. Semester des laufenden Schuljahres sowie im Schuljahre 1899/1900 auf 15 Stunden wöchentlich ermäßigt werde.

Kurze allgemein wissenswerte Beobachtungen über Erdbeben wurden im letzten Jahre in der wissenschaftlichen Beilage der Münchener Allgemeinen Zeitung sowie im naturwissenschaftlichen Vereinsbericht «Lotos» in Prag veröffentlicht. Der Leiter der Erdbebenwarte hielt über Einladung des naturwissenschaftlichen Clubs einen Vortrag in Fiume «*Über moderne Erdbebenforschung*» und weitere zwei Vorträge in Wien, und zwar im geographischen Institut der k. k. Universität und im Wiener Volksbildungsverein.

Im September v. J. ist Prof. *Dr. Julius Pacher* aus Padua zu mehrtägigem Aufenthalte in Laibach eingetroffen, wo er ein von ihm und Prof. *Vicentini* erfundenes Instrument zur Messung der verticalen Componente aufmontiert hatte. Die Kosten der Aufstellung hatte in munificenter Weise die Krainische Sparcasse getragen.

Die Leitung der Erdbebenwarte hatte wiederholt über Anfragen aus dem In- und Auslande über Errichtung von Erdbebenwarten, Wahl der Instrumente, Organisation des Beobachtungsdienstes Auskünfte ertheilt.

In den vergangenen Sommerferien versahen in Abwesenheit des Leiters den Beobachtungsdienst die Herren stud. phil. *Karl Weiß* und stud. jur. *Ernst Stöckl* unentgeltlich, wofür ihnen an dieser Stelle der gebürende Dank ausgesprochen wird.

Am 18. Juni l. J. wurde der Erdbebenwarte die hohe Auszeichnung zutheil, dass ein Mitglied des kais. Hauses, *Seine kais. Hoheit Erzherzog Leopold Salvator* in Begleitung Seiner Excellenz des Herrn Landespräsidenten *Victor Freiherrn von Hein* und einer Anzahl von Frequentanten der Corpsschule in Agram sie besuchte. Der Leiter der Erdbebenwarte hatte die Ehre, dem hohen Gaste eingehend über Einrichtung und Beobachtungsdienst Bericht zu erstatten.

Die Erdbebenwarte ist nahezu täglich von einheimischen und auswärtigen Gästen besucht worden, darunter auch von den Fachgelehrten Prof. *Pernter,* Director der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, und Prof. *H. Höfer* aus Leoben, Erdbebenforscher.

Die auf der Erdbebenwarte durch örtliche wie durch die Wirkung auswärtiger Erdbeben auf den Erdbebenmessern aufgezeichneten Linienbilder werden nach wie vor in photographischer Nachbildung auf einer Tafel, die man an einer verkehrsbelebten Stelle der Stadt, Congressplatz, Tonhalle, angebracht hat, ausgestellt.

Angeschafft wurden: *Apparate, Werkzeuge* und *Geräthschaften:* Ein Mikroseismograph «Vicentini und Pacher» für die Aufzeichnung der verticalen Componente. — Ein Phönix-Objectiv 18 : 24 für die photographische Nachbildung von Bebenzeichnungen. — Ein Quecksilberbarograph (ausgeführt vom Mechaniker Weber nach Modellen des Leiters der Erdbebenwarte). — Ein Tisch mit Aufsatz. — Ein großer Tisch mit vier Schubladen. — Ein Werkzeugkasten aus weichem Holz. — Ein Uhrwerk. — Verschiedene Werkzeuge. — Chemikalien für photographische Arbeiten. — *Bücher:* Sämmtliche Mittheilungen der Erdbeben-Commission in Wien. — Zeitschriften: Beiträge zur Geophysik, IV. Band. — Bollettino della Società Sismologica Italiana, IV. Band. — Nature, a weekly illustrated Journal of Science, 60. Band. — Chronica von den merkwürdigsten Erdbeben. Wien 1764.

Geschenke: Karl Freiherr von *Löffelholz,* k. u. k. Hauptmann a. D. in München, spendete der Erdbebenwarte folgende Bücher: Die Drehungen der Erdkruste in geologischen Zeiträumen. München 1895. Von K. v. Löffelholz; Eine eigenhändig geführte, sehr sorgfältige «Vormerkung über Erdbeben und vulcanische Erscheinungen von 1884—1888»; Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien. 2 Bände; Eine wertvolle Sammlung von Zeitungsnotizen, Erdbeben betreffend, in- und ausländischer Tagesblätter vom Jahre 1883 bis zum heutigen Tage. — Dem freundlichen Spender sei hier der wärmste Dank für seine höchst willkommene Schenkung ausgesprochen, die er in selbstloser und liebenswürdiger Weise aus eigenem Antriebe der Warte zur Verfügung gestellt hat. — Durch gütige Vermittlung des Herrn Werksdirectors in St. Anna, *Simon Rieger,* spendete Herr *Friedrich Freiherr von Born* der Erdbebenwarte eine Eisenflasche mit 35 kg Quecksilber zur Herstellung eines neuartigen Instrumentes. — Die Krainische Sparcasse überließ die für dieses Instrument nothwendigen Steinpostamente; dieselbe Gönnerin sicherte der Erdbebenwarte die Mitbenützung eines großen Skioptikons zu, welches auf ihre Kosten von der Section Krain des deutschen und österreichischen Alpenvereines demnächst angeschafft werden wird. — *Die Papierfabrik in Josefsthal* besorgte auch heuer unentgeltlich das Zuschneiden der Papierrollen für die Registrier-Apparate.

Allen sehr geehrten Förderern und edlen Spendern der Laibacher Erdbebenwarte wird hiemit der verbindlichste Dank ausgesprochen.

Sonderabdruck aus dem Jahresberichte der k. k. Staats-Oberrealschule in Laibach für das Schuljahr 1898/99.

Laibacher Erdbebenstudien.

Mit vier Tafeln.

Von Albin Belar.

I.

Beobachtungen über die stärksten Erschütterungen am Laibacher Felde von Ostern 1895 bis heute.

Die Erdbebenwarte an der k. k. Staats-Oberrealschule in Laibach ist bekanntlich durch die Munificenz der Krainischen Sparcasse gegründet worden.

Der leitende Gedanke dieses ganz neuartigen Institutes, seine Aufgabe, das Ziel, welches durch die instrumentelle Beobachtung gesteckt wurde, war schon bei der Gründung klar ausgesprochen. Als Hauptaufgabe erblickt auch heute noch die Erdbebenwarte das Studium der verschiedenartigen örtlichen Bodenbewegungen und zugleich auch den Einfluss kosmischer und atmosphärischer Naturkräfte auf unseren Boden. Da nun die empfindlichsten Instrumente unserer Warte nicht nur die leisesten Zuckungen und Zitterbewegungen (mikroseismische Bewegungen) nach Stärke, Dauer, genauer Zeit des Eintreffens messen, sondern auch Erdwellen, welche von benachbarten, fernen und sehr fernen Bebenherden, die unseren Boden in ein leichtes, für die Sinne des Menschen nicht mehr wahrnehmbares Schaukeln und Wiegen versetzen, wiedergeben, so ist es selbstverständlich, dass auch diesen letzteren, da sie ja viel häufiger eintreffen wie die einheimischen Bodenbewegungen, die entsprechende Aufmerksamkeit geschenkt wurde, umsomehr, als letztere oft die unmittelbare Veranlassung zu localen Störungen geben.

Im Nachfolgenden sollen nun die wichtigsten, sowohl instrumentellen als menschlichen Beobachtungen, soweit als an Materiale der Erdbebenwarte in dieser Richtung zur Verfügung steht, und zwar von der Katastrophe am 15. April 1895 und von einigen stärkeren Erschütterungen, die derselben folgten, besprochen werden.

Wie bekannt, wurde die Haupterschütterung von Laibach,[1] die am 14. April 1895 um $11^h\ 17^m$ erfolgte, auf den meisten europäischen Erdbebenwarten von den empfindlichsten Instrumenten verzeichnet. Einige der Bebenbilder der Katastrophe wurden bereits in der oben angeführten Abhandlung veröffentlicht. — Bevor wir nun an die Besprechung der instrumentellen Beobachtung gehen, welche dieses Beben an auswärtigen Erdbeben-

[1] «Beiträge zum Erdbeben von Laibach am 14. und 15. April 1895», vom Verfasser dieses Aufsatzes.

warten erfahren, oder mit anderen Worten, der Spuren, mit welchen sich das Laibacher Osterbeben von 1895 auf auswärtigen Erdbebenwarten einzeichnete, sei der Eindrücke gedacht, welche es in Laibach selbst auf die Leute gemacht, die trotz des gewaltigen Naturereignisses ihre Ruhe so bewahrten, dass sie ihre Beobachtungen aufzeichnen konnten. Von den verschiedenen Berichten dieser Art, die darüber vorliegen, sei vorläufig derjenige gewählt, welcher, ohne umständlich zu sein, doch von einer sehr genauen Beobachtung Zeugnis gibt. Das sind die bisher nicht veröffentlichten persönlichen Wahrnehmungen, welche Herr Dr. Emil Bock unmittelbar nach dem Erdbeben in Folgendem niedergeschrieben hat:

Ich wohne in der Burgstallgasse 7, in einem einstöckigen Gartentract, dessen Parterre-localitäten gewölbt sind und als Stallungen und Magazin Verwertung finden. Die Längsrichtung des circa 28 m langen und 6 m breiten, am südlichen Ende an die Feuermauer des Nachbarhauses angebauten, am Nordende freien Hauses verläuft genau NS. Ich will nicht in die Details der Zerstörung eingehen, welche so arg war, dass es uns die Möbel des Schlafzimmers verschob, die Thüre verrammelte, vor Schuttregen und Staub vom Mörtel kein Licht brannte und wir so eingesperrt die großen Stöße, unter denen die Mauer des Zimmers auf beiden Seiten (O. und W.) barst, verbrachten. Aus dem westlichen Dachstuhle des Hauses wurden ober dem am Nordende des Hauses gelegenen Schlafzimmer zwei große Balken sammt Latten und Ziegel herausgerissen und westwärts 5 m weit in den Hof geschleudert. Mit dem von mir bewohnten Gartentract verläuft parallel das gegen die Burgstallgasse gekehrte Haupthaus, dessen kleiner, am Nordende angebaute Seitentract, zum Haupttract senkrecht stehend, am meisten gelitten hat. Auf dem Haupthause stand ein Kamin mittlerer Größe; nach dem Erdbeben war dieser abgebrochen und steckte circa 2 bis 3 m weit entfernt mit seinem Kopfende in dem Plafond der Wohnung im zweiten Stockwerke, während seine frische Bruchfläche in die Luft ragte. Das Stück des Daches zwischen dem alten Standpunkte des Kamins und seinem neuen war nicht zerstört, sondern nur jene Stelle zertrümmert, wo der offenbar zuerst in die Luft geschleuderte Kamin durchgeschlagen hatte. Ein Kamin am westlichen Dache meiner Wohnung war unmittelbar über dem Dache horizontal geborsten, ragte aber mit seinem oberen Stücke (dem abgelösten) über die Basis gegen W. um circa 3 bis 4 cm vor. An der Ostseite meiner Wohnung stand in einer Ecke auf einer massiven Holzsäule eine Statue der Venus von Melos. Am 15. morgens fand ich den Oberkörper der Statue zerbrochen am Boden, der Unterkörper stand noch auf der Säule, war aber stark gedreht gegen SW. An der Westseite stand in dem am meisten gegen S. gelegenen Zimmer eine massive Lampe auf einem leichten Tischchen. Ich fand am anderen Tage alles intact, keinen Mörtel auf dem Tisch, wohl aber die Lampenkugel am Boden liegen, zerschlagen, während der Lampenkörper sammt Cylinder unversehrt stand; es muss also die Kugel über den Cylinder hinausgeschleudert worden und zu Boden gefallen sein. Die erste halbe Stunde nach dem verheerenden Stoße brachten die Bewohner des Hauses vor demselben zu in der platzartig sich erweiternden Ballhausgasse, deren erstes Stück genau OW. zieht. Wir alle sahen die zwei Stock hohen Häuser der Nordseite dieser Gasse von N. nach S. förmlich pendeln, so dass wir entsetzt die Flucht ergriffen, weil wir den Eindruck hatten, die Häuser stürzen auf uns. Die Nacht verbrachten wir auf dem Staatsbahnhof in einem Waggon I. und II. Classe mit Durchgang. Wir spürten jeden Erdstoß mehr oder weniger heftig durch Auf- und Niederhüpfen des Waggons, so dass wir auf den federnden Sitzen schaukelten. Des Morgens stand ich gerade bei einer großen Locomotive, als der heftige Stoß um circa $4^1/_2$ Uhr kam. Die Locomotive sprang deutlich über dem Schienenstrang in die Höhe, als ob sie gehoben oder geworfen würde, und ihre Treibstangen begannen mächtig zu arbeiten, so dass mein Begleiter und ich uns flüchteten. Die Erhebung der Locomotive

über den Schienen war eine deutliche; wenn ich auch nicht imstande war, sie zu schätzen mit Zahlen, so kann ich doch sagen, dass man deutlich den Raum zwischen Schiene und Rand des Rades sah. Hinzufügen will ich noch, dass auch in der ersten halben Stunde nach dem Hauptstoße noch so starke Stöße kamen, dass man sich nur schwer aufrechterhalten konnte.

Da es bekanntlich damals in Laibach noch keine Erdbebenwarte gab, so war man nur auf diese und ähnliche Beobachtungen der gerade vom Erdbeben Betroffenen selbst angewiesen.

Nun zu den Wirkungen, welche das besagte Laibacher Beben auf auswärtigen Beobachtungsinstrumenten hervorgebracht hat. Die Aufnahmen der Paduaner Erdbebenwarte und jener von Casamicciola sind bereits in der Abhandlung «Beiträge zum Erdbeben von Laibach» veröffentlicht; dazu kommen nun im Folgenden die der Erdbebenwarte von Rocca di Papa.

Auf Tafel 1, Fig. 1,[1] stellt die Zeichnung die Haupterschütterung dar, wie sie vom Seismographen von 7 m Länge und 100 kg Schwere, dessen Papierband mit einer Geschwindigkeit von 468 mm in der Stunde fortbewegt wird, in Rocca di Papa bei Rom seinerzeit aufgenommen worden ist.[2] Der Beginn der Bewegung wird um die Zeit $11^h\ 18^m\ 26^s$ angegeben.[3]

Eine leichte Zitterbewegung leitet die Hauptausschläge ein in der Dauer von über 100 Secunden. Diesen leichten, durch rasch aufeinander folgende Ausschläge der Schreibnadeln bewirkten Theil des Bebenbildes wollen wir die Vorphase[4] nennen. Padua hatte keine deutliche Bewegung der Katastrophe gebracht, wohl aber sehr scharfe Bilder später erfolgter Erdstöße; betrachten wir vorerst das Bild in Padua mit der Bewegung, die 23 Minuten später in Laibach erfolgte.

Die Zeichnung des Bebens ist undeutlich, immerhin jedoch kenntlicher wie jene der Katastrophe. Der Ausschlag am Kleinwellenzeichner (Mikroseismographen) mit einer Vergrößerung von 1:100 weist bei dieser Nachbewegung

[1] Die Bebenbilder sind Handzeichnungen nach den Originalen, welche Herr Hans Klein freundlichst hergestellt hatte und wofür ihm gleich an dieser Stelle der wärmste Dank gezollt sei.

[2] Prof. Cancani hatte die Güte, dem Verfasser eine getreue Copie des Bildes zu überlassen. An dieser Stelle soll betont werden, dass die Erdbebenwarte in Laibach bestrebt ist, alle auf die Katastrophe bezüglichen Beobachtungen, welcher Natur immer, zu sammeln und gelegentlich zu veröffentlichen. Keine noch so unscheinbare Wahrnehmung soll verloren gehen — sie werden späteren Bearbeitungen und Studien noch gute Dienste leisten.

[3] Die beiden Zeichnungen beziehen sich auf die Theilbewegungen von zwei Schreibnadeln, welche für verschiedene Weltrichtungen empfindlich sind. Die links stehende regelmäßig eingetheilte Linie stellt die Zeitlinie dar, die Minuten sind als Theilstriche und mit Ziffern kenntlich gemacht. Bei der Zeitlinie sind noch Correcturen anzubringen. Von der Angabe der Correcturen wurde hier abgesehen, da die Bebenbilder nicht die nothwendige Genauigkeit und Schärfe aufweisen.

[4] Englische und japanische Erdbebenforscher bezeichnen diese Vorbewegung mit «Preliminary Tremor», oder im allgemeinen «Earthquake Precursors», die Italiener mit «La fase praeparatoria». Es soll später auf die Bedeutung dieser Bewegungsart zurückgekommen werden.

(15. April, $24^h 2^m 20^s$) einen Ausschlag von circa 30 mm auf; Dauer der Vorphase (Preliminary Tremor) 38^s; Dauer der weiteren Bewegung, die am Bilde unvollständig ist, 4^m. Am Morgen, $4^h 19^m$, tritt am Mikroseismographen in Padua eine größere, sehr deutliche Zeichnung einer auswärtigen Bodenbewegung auf: es sind dies die Ausläufer der sehr starken Erdbewegungen, welche kaum eine Minute vorher in Laibach erfolgt sind. Dauer der ganzen Bewegung am Instrumente 5^m, Vorphase 13^s; Hauptausschlag nach der ersten Minute mit 15·1 mm, rasch anschwellend bis zum Maximum. In den weiteren vier Minuten folgt eine Reihe von sieben starken Ausschlägen, und zwar in der Reihenfolge mit 8 mm, 7 mm, 5·5 mm, noch einmal 5·5 mm und 2·4 mm. Das Bebenbild ist in allen seinen Phasen sehr ähnlich mit der Zeichnung, welche an der Laibacher Warte einmal umgekehrt aus Oberitalien von Ferrara erhalten wurde (siehe Fig. 2 und 3); nur erscheint die Vorphase länger andauernd — entsprechend der größeren Entfernung des Bebenherdes.

Messungen: Dauer der ganzen Bewegung 5^m, Vorphase 30^s; Hauptausschlag nach der ersten Minute mit 7·3 mm. Darauf folgen Ausschläge mit 4 mm, noch einmal 4, 3·5, 2·7 und 1·9 mm (siehe Fig. 2).

Am 10. Juni 1895 erfolgte neuerdings ein sehr starker Erdstoß. Nach dem Verzeichnis der Nachbeben der Laibacher Erdbeben vom 14. April 1895[1] bis August 1895, pag. 881: «$8^h 39^m$ a. m. starker Doppelstoß mit wellenförmigen Bodenbewegungen, OSO.-WSW.; circa vier Secunden Dauer, mit vorhergehendem Rollen.» Auch dieses Beben erscheint an den empfindlichen Instrumenten von Padua.

Die Bebenzeichnung (siehe Tafel IV, Fig. 8) lässt sich am Diagramm von Padua bis zur neunten Minute verfolgen. Vorphase 29 Secunden. Nach der 53. Secunde erster größerer Ausschlag mit 6·7 mm. In der nächstfolgenden Minute der Hauptausschlag mit 8·9 mm. Darauf folgen Ausschläge mit 3·7 mm, 4·4 mm, 3·8 mm, 1·5 mm, welche dann langsam erlöschen. In Padua wurde das Eintreffen des Bebens um $8^h 37^m$ notiert. Es wäre daher die Zeit für Laibach mit $8^h 36^m$ zu corrigieren.[2]

Die weiteren, nun in diesem Jahre folgenden localen Erschütterungen von Laibach scheinen nach den Mittheilungen der Warte in Padua bis zur italienischen Tiefebene nicht vorgedrungen zu sein.

---

[1] Dr. E. F. Sueß: «Das Erdbeben von Laibach am 14. April 1895.»

[2] Eine sehr bemerkenswerte Beobachtung, die gelegentlich dieses Bebens vom Herrn Ober-Ingenieur J. Klinar in Laibach gemacht wurde, soll hier angeführt werden, wie sie der Augenzeuge selbst schilderte: «Ich stand am Tage des genannten Bebens am linken Ufer des Laibachflusses, unweit des Steges, welcher zum Arbeitshause führt. In dem Augenblicke, als ich die Erschütterung verspürte, bemerkte ich auch, wie quer über dem Wasserspiegel der Laibach deutliche flache Wellen auf mich zu sich bewegten. Dieselben sind rasch verschwunden, der Weltrichtung nach dürften sich die Wellen von S. nach N. fortbewegt haben.»

Die nächste Bodenbewegung, die sich nach der angeführten Gegend, wenigstens für Instrumente fühlbar, ausbreitete, war das Beben vom 15. Juli 1897. Dauer der Bewegung an den Instrumenten 7 Minuten; Vorphasen-Bewegung 30 Secunden; Hauptausschlag nach der 45. Secunde 42·3 mm. Nach weiteren 30 Secunden Ausschlag von 37·6 mm, eine weitere Hauptphasen-Bewegung mit 41·8 mm, darauf 23·6, 15·7, 6·5, 2·3, 3·9, 2·3 mm, drei weitere Phasen mit 3·2 mm. Mit mehreren Gruppen von Ausschlägen bis zu 1 mm hört die Bewegung am selben Instrumente auf.

Dieses letztangeführte Beben (15. Juli 1897) wurde an der Universität in Padua auch auf einem zweiten Instrumente, welches dortselbst zur Probe aufgestellt war, verzeichnet. Damit der Leser selbst aus einem Vergleiche entnehmen könne, wie gleichartig die Vicentini'schen Kleinwellenzeichner arbeiten, sind in Tafel II, Fig. 4 und 5, die Bilder des Universitätsinstrumentes und jenes, welches damals dort zur Probe aufgestellt und schon für Laibach bestimmt war, einander gegenüber gestellt. Dazu wäre noch zu bemerken, dass die beiden ganz gleich construierten Instrumente damals auf verschiedenen Mauern des Universitätsgebäudes aufgestellt waren. Kleine Unterschiede in den verschiedenen Bebenbildern finden auch in der verschiedenen Vergrößerung der aufzeichnenden Nadeln ihre befriedigende Erklärung. Nachdem dieses Beben bisher noch keine weitere ausführliche Bearbeitung gefunden hat, so wird in dem Nachfolgenden alles, was während des Bebens an Ort und Stelle Beachtenswertes wahrgenommen wurde und was über Verbreitung und Zeit des Eintreffens an den verschiedenen Warten bekannt geworden ist, in diesem Berichte aufgenommen.[1] Dr. Bock schildert diese Bebenerscheinung, welcher ein starkes Rollen vorangieng und nachfolgte, als eine so starke Erdbewegung, dass er, auf den Füßen stehend, im Begriffe sich anzuziehen, förmlich in die Höhe geschleudert wurde. Er hatte zwei deutliche Bewegungsvorgänge empfunden, wovon die erste den Charakter eines starken verticalen Stoßes trug und um $6^h 53^m$ eingetroffen ist. Die zweite Bewegung, welche bald darauf folgte, war mehr minder wellenförmiger Natur, wobei zuerst eine Bewegung von SO. nach NW. und dann von NW. nach SO. erfolgte. Dr. Bock beobachtete dabei eine Anzahl von Polstern, welche auf einem Ruhebette aufgethürmt waren. Er sah dieselben schwanken in der Richtung von SO. nach NW. Das Haus schwankte so stark, dass der Berichterstatter kaum das Gleichgewicht erhalten konnte. Eine Tasse Kaffee, welche auf dem Tische stand, ward in die Höhe geschleudert, wobei die Hälfte des Inhaltes verschüttet wurde; halb leer fiel dieselbe auf den Tisch,

[1] Die wertvolle persönliche Beobachtung, die Herr Dr. Bock in Laibach seinerzeit mir mittheilte, wurde auf Ansuchen der meteorologischen geodynamischen Centrale in Rom für das «Bolletino della Società Sismologica Italiana» vom Verfasser zur Verfügung gestellt. Im Band V vom Jahre 1898 ist auf Seite 8 u. ff. der Bericht in italienischer Sprache von der genannten Centrale bereits veröffentlicht worden.

ohne zu brechen. Eine Pendeluhr im Erdgeschosse blieb stehen, während andere im ersten Stocke nicht zum Stillstande gebracht wurden.

Ein nicht minder bemerkenswerter Bericht über den Verlauf dieses Bebens wurde der Erdbebenwarte vom Herrn Oberst Nitsche zur Verfügung gestellt, welcher im Nachfolgenden vollinhaltlich angeführt werden soll.

Am Morgen des 15. Juli des Jahres 1897 marschierte ich mit einem Zuge des Regiments auf der Straße von der Peterskirche in Laibach nach der Ortschaft Studenz. Es war ein kühler, nebeliger Morgen.

In dem am Wege liegenden Orte Moste, nahe dem Ortsausgange desselben, wo die Straße unmittelbar am Ufer führt, vernahm ich ein sich näherndes dumpfes Donnern und Rollen, von einem Sausen und Brausen begleitet. Das Donnern näherte sich immer mehr und mehr; dieses eigenthümliche Geräusch verursachte in mir ein Gefühl der Unsicherheit. Gleichzeitig fühlte ich in beiden Knien einen kräftigen Schlag, als wie mit einem Prügel, der von der rechten Seite ausgeführt worden wäre, so dass ich hiebei auf die linke Straßenseite wankte und mich kaum auf den Füßen halten konnte. Der Boden bewegte sich unter mir. Die Häuser sah ich deutlich zittern und von einem Kamin Ziegel und Mörtel herabfallen. Dies Ganze währte nur einige Augenblicke. Meine Abtheilung, die das gleiche Gefühl gehabt hatte, wurde durch diesen kräftigen Erdstoß in Unordnung gebracht.

Zdenko Malec, Lieutenant.

Zur vorstehenden Schilderung mache ich folgende Beifügung:

Ich ritt hinter der von Lieutenant Malec commandierten Abtheilung in einer Entfernung von 40 bis 50 Schritten und beobachtete genau, dass die auf der rechten Straßenseite knapp am Ufergelände marschierende Mannschaft strenge militärische Ordnung und Marschtakt einhielt. Plötzlich machte mein Pferd einen mächtigen Satz gegen die Häuserseite nach links, die Ursache der Unruhe des Pferdes war mir im Momente nicht klar. Gleichzeitig bemerkte ich aber, wie die geordnet marschierende Abtheilung vor mir plötzlich aus dem Takte kam und sämmtliche Leute fast auf einmal schwankten und sich in unregelmäßigen Bewegungen gegen die linke Straßenseite verschoben.

Da ich am Pferde den Erdstoß als solchen nicht verspürt und den Seitensprung des Pferdes nicht als eine Folge eines solchen erkennen konnte, fiel mir die eingetretene Unordnung im Zuge des Lieutenants Malec auf und ich ritt in raschem Tempo zu diesem Officiere vor, denselben befragend, was für ein Grund für die Unordnung in dem Weitermarsche der Mannschaft vorliege.

Lieutenant Malec war sehr bleich und auch der Mannschaft konnte man es ansehen, dass sie durch ein besonderes Ereignis alteriert worden war.

Die Antwort des Lieutenants Malec lautete: «Herr Oberst, es hat soeben ein heftiger Erdstoß stattgefunden, dort von jenem Hause sind Ziegel herabgefallen.»

Ich kann constatieren, dass ich auf diese erhaltene Meldung mir sofort bewusst wurde, dass auch der Seitensprung des Pferdes auf diesen Erdstoß zurückgeführt werden müsse.

Nitsche, Oberst.

Für die Verbreitung dieses Bebens gilt als die weiteste Entfernung der erschütterten Punkte 200 km und als die kürzeste etwa 140 km.

In der SW.-Richtung strahlte die Bewegung vom Laibacher Becken am weitesten gegen das Venezianische aus: die Orte Cividale, Gemona, Aviano und Sacile wären die äußersten nach dieser Richtung hin. Nach dem Süden ist sie sehr schwach fühlbar noch in Pola; ostwärts reicht sie nicht über die Kulpa. Gegen NO. strahlt die Bewegung über einen großen Theil

von Steiermark und Kärnten, wobei als Endpunkte der Ränder der den menschlichen Beobachtungen fühlbar erschütterten Scholle durch die Orte Graz und Velden am Wörthersee bestimmt erscheinen. Gegen NW. und W. zu scheint der Fortgang der Erdwellen durch den Gebirgsstock der Alpen aufgehalten worden zu sein, und liegt nur eine vereinzelte Mittheilung von Vilnöss bei Klausen in Tirol vor.[1] Diesem Beben giengen schwache und starke örtliche Bewegungen voraus, und zwar am selben Tage um 4^h in Schladming, um $19^h\ 15^m$ ebendaselbst, in Cilli vor 1^h, um 5^h in Murau in Steiermark.

In Krain beobachtete man Bewegungen um $0^3/_4{}^h$ in Kropp, $1^1/_2{}^h$ in Zeier, 2^h und $6\cdot5^h$ in Laibach, $2\cdot5^h$ in Sv. Trojica, 3^h in Nassenfuß, $3\cdot5^h$ in Mannsburg, 4^h in Sagor an der Save, $3^3/_4{}^h$ in Savenstein, 4^h in Altenmarkt bei Laas, 3^h im Forsthause Penc bei Schwarzenberg ober Idria, $3^1/_2{}^h$ in Komen, gegen 4^h in Sagrado, circa $6^1/_2{}^h$ in Žaljna.

In Italien scheint nach dem bereits genannten Erdbebenkataloge nach dem 6. Juli desselben Jahres bis zum 15. keine Bebenerscheinung aufgetreten zu sein. Auch ist keine Bewegung beobachtet worden, welche der Haupterschütterung von Laibach vorangegangen wäre.

Beobachtungen über die Eintreffszeiten, größte Ausschlagsweite und Ende der instrumentellen Aufzeichnungen an den verschiedenen Erdbebenwarten des Auslandes führen zu folgenden Ergebnissen:[2]

Ort	Entfernungen von Laibach in Kilometern	Beobachtete Zeiten			Beobachter
		Anfang	Hauptausschlag	Ende	
Laibach	0	—	$6^h\ 53^m$	—	Dr. Bock
Triest	70	—	$6^h\ 57^m$	—	E. Mazelle
Udine	100	—	$6^h\ 55^m$	—	Meteorolog. Observat.
Spinea	190	—	$6^h\ 59\cdot1^m$	—	Erdbebenwarte
Padua	220	$6^h\ 56^m$	—	$7^h\ 5^m$	Physikal. Institut
Ferrara	270	—	$6^h\ 59^m$	—	Meteorolog. Observat.
Florenz	360	—	$6^h\ 58\cdot4^m$ $6^h\ 59^m$	—	Observ. Ximenianum Observat. Querce
Siena	390	$6^h\ 55^m$	—	—	Meteorolog. Observat.
Rom	490	(?)	$6^h\ 59\cdot9^m$	(?)	Collegium Romanum
Hohenheim bei Stuttgart	520	$6^h\ 59\cdot57^m$	—	—	Physikal. Cabinet Prof. Dr. E. Mack
Ischia	590	$6^h\ 58\cdot2^m$	$6^h\ 7\cdot0^m$	$7^h\ 1\cdot8^m$	Erdbebenwarte
Potsdam	700	$7^h\ 2\cdot0^m$(?)	$6^h\ 3\cdot6^m$	$7^h\ 5^m$	Met.-magn. Observat.

[1] «Mittheilungen der Erdbeben-Commission der kais Akademie der Wissenschaften in Wien», V., S. 227.

[2] Die Tabelle wurde nach dem «Bolletino» verfasst, welcher noch die Mittheilung von Hohenheim bei Stuttgart beigefügt ist, die dem Verfasser von Dr. E. F. Sueß gütigst überlassen wurde

Eine Berechnung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdwellen erscheint in diesem Falle ebenso unfruchtbar, wie bei den Angaben über den Katastrophenstoß in Laibach. In beiden Fällen behindert eine genaue Berechnung die Ungenauigkeit der Zeitangaben am Ursprungsorte selbst, und in zweiter Linie die Ungleichartigkeit der Instrumente auf den verschiedenen Warten.

Dr. Agamennone, der Referent der Erdbeben an der Centrale in Rom, findet für die entferntesten Orte in Italien, Ischia, wenn er sie mit italienischen Stationen vergleicht, welche Laibach näher liegen, zum Beispiel Padua, eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 2800 m in der Secunde, eine Zahl, welche nach den bisherigen Erfahrungen einen annähernd richtigen Wert für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit gibt.

Beobachtungen über die örtliche (locale) starke Erschütterung am 5. Februar 1898 an der Laibacher Erdbebenwarte.

Am 18. September 1897 wurde die Aufstellung des Vicentini'schen Kleinwellenzeichners an der k. k. Staats-Oberrealschule beendet. Von diesem Tage an bis heute wurde die instrumentelle Beobachtung zuerst mit dem Kleinwellenzeichner, welchem der Reihe nach noch andere selbstregistrierende Instrumente hinzugekommen sind, fortgesetzt. Kurze Unterbrechungen hatten die instrumentellen Beobachtungen nur zweimal durch einige Tage hindurch erfahren, an welchen größere Neueinrichtungen im Instrumentenzimmer der Erdbebenwarte vorgenommen wurden. Wir übergehen beim eng vorgezeichneten Raume unserer Arbeit die sehr fernen Beben von Borneo-Labuan, welche einige Tage nach der Aufstellung des Instrumentes aufgezeichnet wurden, dann das adriatische Beben, welches in Italien insbesondere in den Marken stark gespürt worden ist, ein schwächeres Agramer Beben, welches das Instrument ebenfalls verzeichnete, eine Anzahl mäßig starker, schwacher und sehr schwacher örtlicher Beben, sowie die verschiedenen weiteren italienischen Beben, welche im Laufe des restlichen Theiles des Jahres 1897 in Laibach aufgenommen wurden. Ebenso sollen nur noch kurz angeführt werden die Aufzeichnungen vom Jahre 1898, eine Anzahl kleinasiatischer Beben im Jänner, die sich im Februar wiederholen.

Am 5. Februar verzeichnete der Kleinwellenzeichner und zugleich auch der schwächer vergrößernde Wellenzeichner (Seismograph), welch letzterer seit Mitte Jänner zum Mikroseismographen hinzugekommen ist, gegen 10 Uhr vormittags ein starkes auswärtiges Beben, welches in der Türkei den Ausgangspunkt hatte. Am selben Tage, um $14^h\ 53^m$, verzeichneten die beiden genannten Instrumente ein starkes örtliches Beben. Nach den «Mittheilungen der Erdbeben-Commission der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien» (X.) werden Vorbeben an demselben Tage um $1^h\ 45^m$ von Woditz, um $6^h\ 35^m$ von Aich, eben dortselbst von $6^h\ 45^m$ und $9^1/_2{}^h$ von Sittich

gemeldet. Nach der übersichtlichen Zusammenstellung des Referenten, Professor Ferdinand Seidl, misst die Schütterzone in der größten Ausdehnung etwa 100 km Länge und 60 km Breite.

Analyse der Bebenzeichnung.

An der OW.-Componente beginnen die Bewegungen um $14^{h} 51^{m} 30^{s}$; starke Ausschläge über die ganze Bandbreite (81 mm). Nach 30^{s} geräth das Pendel in Eigenschwingungen, welche bis zur 53. Min. 35. Sec. andauern. Durch die starke Bewegung wird nun die Pendelmasse in Drehbewegung gesetzt, die anfangs eine deutliche Sinuslinie zur Folge hat, welche über eine Stunde lang zu verfolgen ist. Die ersten Ausschläge während der starken Bodenbewegungen erscheinen als unterbrochene Linie, bald als Punkt, bald als kurze Linien. Die nun folgenden Bewegungen bilden einen regelmäßigen Kegel, die Linien werden fortdauernd, sie zeichnen nun die Eigenschwingungen des Pendels auf, in welche derselbe durch die Erdbewegung versetzt wurde. Diesen ersten Aufzeichnungen geht eine fortdauernde Unruhe in der Dauer von mehreren Stunden voraus, von welchen ein großer Theil wesentlich verschieden ist von den localen künstlichen Störungen. Desgleichen kann auf der für Oscillationen weniger geeigneten SN.-Componente[1] eine deutliche Sinuslinie stundenlang vor dem Eintreffen der Hauptbewegung verfolgt werden. Nach diesen einleitenden mikroseismischen Bewegungen tritt auch hier an erster Stelle der Hauptausschlag nach links 48·6 mm, nach rechts über die Papierbandbreite nicht messbar hinaus. Diese Hauptausschläge sind an der SN.-Componente unterbrochen, und können nach der linken Seite über zwanzig solcher Unterbrechungen gezählt werden. Die Zeit für die halbe Schwingungsdauer dürfte weniger als eine halbe Secunde betragen. Die Unterbrechungen zeigen deutlich, dass innerhalb dieses Bruchtheiles der Secunde die Schreibunterlage unter den Nadeln rasch hintereinander auf und ab bewegt wurde. Nur dadurch konnten solche unterbrochene Linien hervorgerufen sein. Nach der 17. Secunde hören auf der SN.-Componente die Zitterbewegungen auf, wieder kommt die Eigenschwingung des Pendels zum Ausdruck in einer regelmäßigen Bewegung bis zur 54. Min. 30. Sec. Die drehende Bewegung lässt sich auch an dieser Componente wie an der OW.-Componente deutlich verfolgen.

Der Wellenzeichner, mit einer Vergrößerung von 1:10, also für starke örtliche Bewegungen besser geeignet, zeigt viel deutlicher das Bild des Verlaufes der Erschütterung. Die Bewegung tritt im selben Momente auf, wie am Kleinwellenzeichner. Die OW.-Componente weist einen Ausschlag

[1] Die Instrumente sind auf einer Hauptmauer montiert, welche der Längsrichtung nach, parallel mit der Hauptfront des Gebäudes, nahezu nach SN. orientiert ist. Die Mauer wird daher schwächere Bewegungen in OW. besser an die OW.-Componente übertragen, als in der Richtung SN., nachdem die Hauptmauer in ihrer Längsrichtung gegen kleinere Bewegungen weniger empfindlich ist, als in der Richtung OW.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

von 5·4 mm auf. Der Ausschlag nach rechts ist nahezu um die Hälfte länger als der nach links. Nach acht bis neun Secunden erscheint die Bewegung beendet. Eine zweite Phasenbewegung schließt sich an diese gleich an, regelmäßig zunehmend und abnehmend, mit dem Hauptausschlage von 1·6 mm. Die Gesammtbewegung dauert (wirkliche Bodenbewegung) an der OW.-Componente bis zur 27. Secunde, worauf eine Ablenkung der Schreibnadel in Curven nach rechts stattfindet und eine sehr schwache Eigenbewegung, im Anfange mit 0·5 mm beginnend, langsam erlöschend, sich noch weiter durch mehrere Minuten verfolgen lässt. Die einzelnen Hin- und Hergänge der Nadel auf der Schreibfläche überdecken sich anfänglich infolge der Raschheit der aufeinander folgenden Bewegungen. Auf der SN.-Componente der Hauptausschlag 8·1 mm. Der rechtsseitige Ausschlag beträgt 6·2 mm und der linksseitige Ausschlag 1·9 mm. Im ganzen sind vier Hin- und Hergänge in der Dauer von circa zehn Secunden zu verfolgen. Der erste Ausschlag ist insbesondere nach rechts mehreremale unterbrochen. Eine Pause von drei Secunden trennt die zweite Bewegungsphase von der ersten, deren Hauptausschlag wieder an erster Stelle mit 3·8 mm nach sechs Secunden erlischt. Das Pendel nimmt nach einer Ablenkung, die durch acht Secunden andauert, eine Eigenbewegung an, mit dem Ausschlage von 1·9 mm, die dann regelmäßig abnimmt. Allerdings sind in der Zeichnung der Eigenbewegung des Pendels einige schwache Bewegungen bemerkbar, die wahrscheinlich einer zugleich drehenden Bewegung der Pendelmasse zuzuschreiben sind. Construiert man die Resultierende, die sich aus den beiden Componenten ergibt, so erscheint die Bewegungsrichtung senkrecht auf die Streichungslinie des Dinarischen Gebirgssystemes gerichtet, und zwar von NO. nach SW., etwa in Aich den Ausgangspunkt nehmend, wo bezeichnenderweise am selben Tage bereits ein Vorbeben beobachtet wurde.

Von den auswärtigen Warten notierte nur Padua am 5. Februar 1898 um 14^{h} 54^{m} leichte Ausschläge am Kleinwellenzeichner. Dieselben sind jedoch nicht messbar, da den ganzen Tag über infolge starken Windganges diese Störungsbilder jene der seismischen Bewegungen überdecken.

Beobachtungen über die örtliche, sehr starke Erschütterung am 17. April 1898.[1]

Über dieses Beben, welches seit der Aufstellung der Erdbebenwarte in Laibach zu den stärksten örtlichen Erschütterungen gehört, ist Folgendes zu sagen:

---

[1] Der Vollständigkeit halber geben wir nachfolgende Erdbebenprophezeiung aus der englischen Zeitung «The Newcastle Daily Chronicle» wieder, die wahrscheinlich in England um dieselbe Zeit unter der Presse war, als in Laibach das Naturereignis eingetreten ist. Der Erdbebenprophet ist ein bekannter englischer Astronom. «Mr. Hugh Clements schrieb am Samstag (16. April 1898) und prophezeite Erdbeben für gestern. Er sagte: Am Morgen

Die Bebenperiode beginnt am 23. März in Gottschee. Die Ausläufer dieser örtlichen Gottscheer Beben waren für die Instrumente der Laibacher Erdbebenwarte nicht fühlbar. In Laibach selbst erfolgte am 24. März eine schwache örtliche Bewegung. Am 1., 4. und 8. April verzeichneten die Instrumente Bewegungen von fernen Erdbebenherden; am 12. April die Ausläufer eines Bebens auf Cividale; am 13. eine schwache Bewegung, die in Venedig stärker gespürt wurde; am 17. April wurde an keinem der Instrumente irgend eine auffallende Störung beobachtet. Nach den Berichten der Erdbeben-Commission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien melden zwei Beobachter, einer um 22^h, der nächste um 23^h, an diesem Tage leichte Erschütterungen. Bei genauer Durchsicht der Aufzeichnungen an den Instrumenten konnte hier um die angegebenen Zeiten nicht die leiseste seismische Bewegung nachgewiesen werden. Nach 16^h war dagegen beim Betreten des Instrumentenzimmers die Signalglocke, welche zugleich eine Uhr um 15^h 15^m in Gang gesetzt hatte, hörbar.

Um die angegebene Zeit konnte nur eine schwache Ablenkung der Nadel von N. nach S. auf dem großen Horizontalpendel bemerkt werden. Um 21^h 30^m wurde das letztemal bei den Instrumenten nachgesehen und ist dabei keine auffallende Bewegung bemerkt worden.

Der Beobachter der Erdbebenwarte saß gegen Mitternacht noch in seiner Privatwohnung am Jakobsplatze bei Tische, als plötzlich ein donnerähnliches Getöse hörbar wurde, das anfangs von heftigen Bewegungen, die rasch abnahmen, begleitet wurde. Der Taschenchronometer zeigte 11^h 50^m. Einige Minuten darauf traf der Beobachter bei den Instrumenten ein. Die Alarmglocke war in Thätigkeit. Die beiden Horizontalpendel, ein größeres und ein kleineres, hatten nur den Anfang der Bewegung in einigen Zickzacklinien angezeigt, gleich darauf mussten aber die Schreibnadeln, welche bei dem Horizontalpendel wagrecht aufgelegt sind, in die Höhe geschleudert worden sein: alle Schreibnadeln der genannten Instrumente[1] lagen am Boden. Die beiden Verticalpendel gaben sehr schöne und deutliche Zeichnungen der Bodenbewegung. Beginn der Bewegung an allen Instrumenten 23^h 49^m 31^s.[2]

---

des 17. wird wahrscheinlich ein Erdbeben sein, welches in Persien, Kleinasien, Griechenland, Norditalien oder Krain bei Laibach stattfindet, auch in England können Zitterbewegungen empfunden werden. Vor 3 Uhr 20 Minuten des Morgens wird es nicht stattfinden, auch nicht später als 6 Uhr 48 Minuten, wenn es in England fühlbar wird, wenn aber in Laibach, dann eine Stunde früher. Die Stellung des Mondes und der Sonne ist derartig, dass während drei Stunden am Morgen des Sonntags, den 17., die Erdkruste einem ungeheuren Drucke in der oberwähnten Fläche ausgesetzt sein wird.»

[1] Diese Instrumente, welche freilich auch nur zur Beobachtung ortsferner Beben in den Dienst gestellt sind, haben infolge dessen eine Verbesserung ihrer Einrichtungen erfahren, so dass jetzt die Nadeln auch bei den stärksten örtlichen Stößen nicht mehr abgeworfen werden können.

[2] In der «Laibacher Zeitung» wurde am 18. April 1898 die ungefähre Zeit mit 23^h 50^m 30^s angegeben; nach Anbringung der genauen Correcturen ergibt sich obige Zeit als die richtige mit einer Fehlgrenze von $\pm$ 10 Sec.

Der Kleinwellenzeichner gab infolge der starken Vergrößerung kein vollständiges Bild; ebenso wie am 5. Februar war auch diesmal die Schreibfläche am Papiere zu klein für die starken Ausschläge der Nadel. Ein vollkommenes Bild ergab der Wellenzeichner, ein Apparat, welcher von der heimischen Firma Tönnies mit der Bestimmung für starke örtliche Erdbewegungen gebaut worden ist. Die NS.-Componente bei diesem letzteren Instrumente verzeichnete den stärksten Ausschlag, und zwar mit 14·2 mm. Nach diesem Hauptausschlage, dessen Spur auf dem Papierbande durch Bewegung der Unterlage dreimal unterbrochen erscheint, folgt eine Bewegungsphase mit 6·5 mm in der Dauer von sechs Secunden. Gleich darauf schließen die Eigenbewegungen des Pendels an, welche regelmäßig abnehmen und nach drei Minuten erlöschen. Die OW.-Componente gibt den Hauptausschlag ebenfalls an erster Stelle mit 8·3 mm, welcher innerhalb der ersten fünf Secunden rasch abnimmt, um gleich darauf zu deutlichen Bewegungen von 2·5 mm anzuwachsen. Nach Unterbrechung von fünf Secunden tritt ebenfalls eine rasche Zitterbewegung in der Dauer von drei Secunden ein. Die Bewegung wächst rasch an und nimmt rasch ab. Das Maximum dieser drei Bewegungsphasen beträgt eine Minute. Die Bewegungsrichtung des ersten Impulses erscheint in der gleichen Weltrichtung NO.-SW., wie am 5. Februar 1898, und weicht nur um einige Grade gegen O. ab.

Construiert man die Resultierende aus den beiden Theilbewegungen O.-W. und S.-N., so fällt gegen SW. ihre Richtung mit dem Verlaufe der Eisenbahnstrecke am Moorgrund zusammen, gegen NO. trifft die Resultierende zwischen die Orte Jauchen und Brdo. Damit wäre nun die Bewegungsrichtung gekennzeichnet, in welcher die Hauptmauer des Realschulgebäudes durch die Bebenwellen versetzt worden war.

Der Ursprungsort für dieses Beben scheint aber nördlicher zu liegen, als der des Bebens vom 5. Februar. Die Schütterzone gibt in der Richtung SW.-NO. die größte Ausdehnung mit 150 km, gegen NS. als kleinste Ausdehnung 70 km.

Was die auswärtigen Warten anbetrifft, so liegt ein Bericht von der Centrale in Rom vor, welchem entnommen wird, dass am 17. April außer Padua und Livorno keine der italienischen Erdbebenwarten irgend welche seismische Aufzeichnungen bekanntgegeben haben. In Livorno war der elektrische Proto-Seismograph von de Rossi gegen $23^h 55 (\pm 3)^m$ von einer Bewegung, die von N. zu kommen schien, in der Dauer von drei Minuten ausgelöst worden. Wie die meteorologische Centrale bemerkt, sind diese Beobachtungen nicht vollkommen verlässlich, da der betreffende Berichterstatter aus Livorno selbst hinzufügt, dass in derselben Nacht mehrere Wiederholungen von Störungen am Instrumente aufgetreten sind, die durch den starken Seegang verursacht sein konnten, umsomehr, als der Centrale von den Stationen, die Krain viel näher liegen, wie Spinea, Mestre, Ferrara etc.,

negative Nachrichten eingelaufen sind. Padua sendet uns eine getreue photographische Nachbildung der Erdbebenaufzeichnung, welche jedoch sehr schwach und klein ist. Eine deutliche Bewegung beginnt in Padua an der OW.-Componente gegen 49 Min. 40 Sec. mit einem Hauptausschlage von 4 mm. Gegen die 50. Minute erlöscht die Bewegung vollkommen. Eine zweite Bewegungsperiode tritt auf um 50 Min. 53 Sec., die gegen die 52. Minute vollkommen verschwindet. Der Hauptausschlag der zweiten Bewegungsphase beträgt 4·1 mm. Die SN.-Componente wird durch eine leichte Zitterbewegung, Vorphase, in der Dauer von einer Minute eingeleitet, auf welche ein deutlicher Hauptausschlag von 1·4 mm folgt. Auch hier lassen sich über die 52. Minute hinaus eine Reihe weiterer Bewegungen verfolgen.

II.

Einiges über Natur, Stärke und Verbreitung der Laibacher Beben.

Soweit die Erfahrungen, welche an der Erdbebenwarte in Laibach im Laufe von zwei Jahren gemacht wurden, lehren, ist zum Studium der sehr starken örtlichen Erschütterungen, die Schütterzone, allerdings nur in gewisser Beziehung, nicht der geeignetste Beobachtungspunkt. Für allzufeine Instrumente sind Bodenbewegungen von einigen Centimetern zum Beispiel soviel wie verloren. Nach einer kurzen Versuchsreihe hatte man an der Laibacher Erdbebenwarte zu einem Auskunftsmittel gegriffen, welches sich bisher glücklicherweise nur erst zweimal bewähren konnte: nämlich die Anbringung eines Instrumentes, welches auch stärkere örtliche Bodenbewegungen in ihrer Gänze getreulich wiedergibt. Es ist dies der Wellenzeichner mit nur zehnfacher Vergrößerung. Mit diesem grob vergrößernden Instrumente war es möglich, die starken örtlichen Beben vom 5. Februar 1898 und 17. April 1898 genau aufzunehmen, die uns als Grundlage zu Berechnungen für alle vor der Errichtung der Erdbebenwarte erfolgten Beben dienen werden.

Wie wichtig anderseits sehr empfindliche, stark vergrößernde Instrumente für Beobachtungen am Schütterfelde sind, hatte die eigenthümliche Unruhe am Kleinwellenmesser gezeigt, welche stärkeren örtlichen Erschütterungen vorangeht. Solche einleitende Zitterbewegungen, nicht unähnlich den Ausschlägen, wie sie Kanonenschüsse vom Castell an dem Instrumente verursachen, sind an der hiesigen Warte bereits zweimal durch mehrere Stunden hindurch verfolgt worden, und die erwartete Erdbewegung als eine den Menschen fühlbare Erschütterung ist auch eingetroffen. Heute stehen wir vor der Frage, ob bei jeder örtlichen Erschütterung solche Zitterbewegungen auftreten oder nicht. Diese Frage, die für das praktische Leben gewiss sehr einschneidend wäre, wird erst gelöst werden können, wenn eben am Schütterfelde selbst mit noch

feineren, stärker vergrößernden Instrumenten[1] unausgesetzt Beobachtungen gepflogen werden. Dieser Umstand spricht unbedingt wieder dafür, über dem Bebenherde selbst eine Warte zu errichten, denn die leichten Vorboten eines Bebens werden nur an der gefährdeten Schütterzone auftreten und sich kaum weiter verbreiten, während anderseits die größeren Bodenwellen, welche von stärkeren Erdbeben ausstrahlen, weithin über die Erdoberfläche für Bebenmesser fühlbar sein werden. Je weiter der Punkt der Beobachtung von der Schütterzone entfernt ist, desto langsamer ist die Periode der einzelnen Wellen, desto mehr verflachen sich auch die Wellenberge und desto länger wird ihre Dauer. Ein Steinwurf ins Wasser, und die Wirkung des Anpralles auf die Wasseroberfläche kann uns das eben Gesagte am besten veranschaulichen.

Was hier als Beispiel vom Wasser angeführt wurde, gilt auch für unseren festen Erdboden, nur wird infolge der größeren Dichte des Mediums die Wellenbewegung eine viel raschere. Man vergleiche nur die Bilder auf Tafel I, Fig. 1, wie langsam der Wellengang der von der Laibacher Katastrophe ausgestrahlten Bewegung bei Rom (Rocca di Papa) (Entfernung 500 km) wurde, demzufolge auch die längere Dauer des Bebenbildes; anderseits dagegen die raschere Bewegungsart des Bebens vom 15. Juli 1897 von Laibach, verzeichnet in Padua (Entfernung 200 km) Tafel II, Fig. 3 und 4, oder gar die Zeichnungen des örtlichen (5. Februar 1898) Bebens, aufgenommen in Laibach selbst. Im letzteren Falle überdecken sich die einzelnen Hin- und Hergänge der Schreibnadeln, und man ist gar nicht imstande, die Schwingungsdauer zu entziffern. In Japan und Italien hat man für diese Zwecke die Instrumente so eingerichtet, dass durch einen elektrischen Contact ein Uhrwerk ausgelöst wird, welches das Papierband unter den Schreibnadeln während eines Bebens rasch vorübertreibt.

Allgemein ist die falsche Ansicht verbreitet, dass die verheerende Wirkung eines Bebens in der Stärke der Bewegung des auf- und abgehenden Bodens zu suchen ist. «Man wird in die Höhe geschleudert, man kann sich kaum aufrecht erhalten, oder man hat die Empfindung, im schaukelnden Boote zu stehen.» Gerade die experimentelle Beobachtung hat gezeigt, dass diese subjective Empfindung, als ob der Boden gleich um mehrere Fuß sich aus seiner Lage bewege, auf Täuschung beruht; wahr hingegen ist, dass Schornsteine um mehrere Meter während eines Bebens hin und her schwanken, dass Bäume in einer Allee mit ihren Ästen zusammenschlagen. Würde unter unseren Füßen plötzlich der Boden etwa um zwei Millimeter weichen und

---

[1] Gegenwärtig werden die Vorarbeiten in den Kellerräumlichkeiten an der Laibacher Erdbebenwarte durchgeführt, um die instrumentelle Einrichtung in dieser Richtung zu vervollständigen. Die neuen Instrumente kommen auf große Steinpfeiler zu stehen, die in den natürlichen Grund eingelassen wurden, um die Schwingungen des Mauerwerkes vom Gebäude auszuschließen.

[illegible]

[illegible]

eben so rasch wieder zurückschnellen, so möchten wir in die Höhe geschleudert werden, wie etwa Gegenstände, die auf einem Tische liegen, wenn man gegen die Tischplatte von unten einen kräftigen Schlag führt.

Bei einem hohen Thurm oder einer Esse oder anderen Baulichkeiten kommt während einer stärkeren Bodenbewegung noch die Eigenbewegung in Betracht, die um so größer wird, je höher der Gegenstand über dem Erdboden sich erhebt und je elastischer Material und Bauart sind, genau so wie ein freihängendes Pendel, wenn man seinen Aufhängepunkt rasch hintereinander hin- und herschiebt, schließlich Eigenschwingungen aufnehmen wird, die um so größer sein werden, je länger das Pendel ist; nur dass bei Baulichkeiten oder Gebäuden die pendelnde Bewegung umgesetzt zu denken ist, d. h. oben ausschwingt, da ja der Stützpunkt in der Unterlage sitzt, die infolge des Bebens hin und her bewegt wird.

Je rascher die Aufeinanderfolge der Bewegungen, desto verheerender wird das Beben wirken. In Japan, wo bereits Jahrzehnte lang Erdbeben genau gemessen werden, hat man bisher folgende Werte für die horizontalen Beschleunigungen der Wellenbewegung aufgestellt: Bei leichten Beben beträgt die Geschwindigkeit in der Aufeinanderfolge der Bewegungen fünf bis zehn Millimeter in der Secunde, bei mäßigen Beben 50 Millimeter in der Secunde; bei einer Beschleunigung von 200 bis 300 Millimetern in der Secunde sind die Wirkungen des Bebens zerstörend, wenn auch in allen diesen Fällen die wirkliche Bodenschwingung immer die gleiche sein sollte.[1]

Unsere Bebenzeichnungen der örtlichen Beben, aufgenommen in Laibach, vom 5. Februar und 17. April sind in dieser Richtung nicht entzifferbar, weil sich bei den ersten Impulsen die Striche überdecken. Wohl aber sind wir imstande, die Vor- und Rückwärtsbewegung des Bodens genau zu messen. Als Resultierende aus den beiden Componenten ergibt sich, wenn man die instrumentelle Vergrößerung 1 : 10 in Rechnung zieht, für die Horizontalbewegung am 5. Februar 1898 ein Ausschlag von 0·987 mm und am 17. April 1898 ein solcher von 1·66 mm. Das wäre allerdings, streng genommen, für die Bewegung[2] der Hauptmauer des Realschulgebäudes auf einer Höhe von fünf Metern über dem Erdboden, wo die Instrumente angebracht sind.

Von den beiden oben angeführten örtlichen Beben ist nun das vom 17. April 1898 auch in Padua auf dem Kleinwellenmesser (1 : 100) gemessen mit einem Ausschlage von 4·5 mm. Nach den exacten Beobachtungen, die

[1] Für die horizontale Bodenbewegung sind nach genauen instrumentellen Beobachtungen in Japan Werte im Maximalbetrage von 200 mm bei Beben von zerstörenden Wirkungen erhalten worden.

[2] Bei der Berechnung von örtlichen Bewegungen kann man, ohne einen Fehler zu begehen, die schwere Pendelmasse der Vicentini'schen Apparate als «steady point», Fixpunkt, ansehen.

nun in Padua und Casamicciola gelegentlich der Laibacher Katastrophe vom 14. April 1895 und des am 15. Juli 1897 erfolgten Erdstoßes gemacht wurden, wäre zum Beispiel die Erschütterung am 15. Juli 1897 in Padua annähernd 13 mal stärker gewesen, als am 17. April 1898, und nach den Beobachtungen in Casamicciola war die Katastrophe vom 14. April 1895 wieder 22 mal stärker, als der Erdstoß am 15. Juli 1897. — Nach Berücksichtigung der instrumentellen Vergrößerung ergeben sich für die wirkliche Bodenbewegung in Casamicciola folgende Werte:

14. April 1895 . . . . 0·1 mm
15. Juli 1897 . . . . 0·005 mm

Es bleibt einer eigenen Studie vorbehalten, für Laibach die Werte der wirklichen Bodenbewegung an diesen Tagen zu ermitteln. Die Stärke der übrigen oben abgehandelten Beben untereinander ergibt sich aus den beigegebenen Bebenzeichnungen.

Der Laibacher Boden hat seit jeher Disposition zu örtlichen Erschütterungen gezeigt, und aus den bisherigen instrumentellen Beobachtungen in Laibach kann gefolgert werden, dass die Ruhe des heimatlichen Bodens gefährdet ist, wenn Ausläufer auswärtiger Beben unsere Scholle durchziehen, ein Umstand, welcher die Richtigkeit der Annahme von einer tektonischen Natur der hiesigen Bebenerscheinungen glänzend bestätigt. Der Zeitabschnit vom 17. April 1897 bis heute zeigt anderseits deutlich, wie allmählich die Intensität der Erschütterungen abnimmt. Wieder können Generationen ruhig ihr Leben auf dem heimatlichen Boden verbringen, ohne dass sie auf die unheimliche Naturkraft, die in unserem Boden schlummert, gewaltsam aufmerksam gemacht werden.

III.

Über die Bedeutung der Vorphase für die Schätzung der oberflächlichen Entfernung des Erdbebenherdes.

Wie aus den im Abschnitt I angeführten Beispielen hervorgeht, wird bei instrumentellen Aufzeichnungen der Ausläufer einer großen natürlichen Bodenerschütterung eine längere oder kürzere Vorbewegung oder merkbare Vorphase an den Erdbebeninstrumenten beobachtet. Sobald die instrumentellen Beobachtungen nicht unmittelbar über dem Erbebenherd gemacht werden, so wird eine leichte Zitterbewegung immer das Bebenbild einleiten, und die Dauer dieser Vorphase wird abhängig sein von der Distanz des Erdbebenherdes, von dem Punkte der Beobachtung an der Erdoberfläche. Im allgemeinen gilt der Satz,

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

dass die Entfernung der beiden Punkte in dem Maße größer ist, als die Dauer der Vorphase länger wird. Die Ursache dieser Vorbewegung ist die von dem unter der Erde liegenden Erdbebenherde ausstrahlende Kugelwelle, welche bei entsprechend starker Erdbebenkatastrophe sich durch die Erde durch nach allen Richtungen der Erdoberfläche fortpflanzt. Die Bewegungsart dieser Schütterwelle ist longitudinal und eine nahezu doppelt so rasche, als die der transversal vorschreitenden Oberflächenwelle, welche ihren Ausgang in dem Punkte hat, welcher unmittelbar über dem Bebenherde liegt, und ihren Weg gleichfalls bei entsprechender Intensität über die ganze Erdoberfläche nach allen Seiten hin nimmt. Ein Beispiel soll das eben Gesagte erläutern: Man denke sich eine Meeresbucht von größerem Umfange; auf dem Meere wäre eine Anzahl von Schiffen verschieden weit voneinander aufgestellt; am Meeresgrunde wird an irgend einer Stelle eine große Mine zur Explosion gebracht. Es seien nun die Entfernungen der einzelnen Schiffe voneinander nicht sehr groß, die einzelnen Schiffe jedoch so aufgestellt, dass jedes, nehmen wir an, etwa um 1 km weiter von dem Punkte, wo die Mine gelegt wurde, entfernt ist. In dem Augenblicke, als die Mine auffliegt, werden nahezu alle Schiffe ziemlich gleichzeitig einen Stoß verspüren, als wenn sie etwa auf den Grund gerathen wären. Würde man genaue Zeitbeobachtungen des Eintreffens des Stoßes an den verschiedenen Schiffen machen, so würden unter allen Umständen Unterschiede des Eintreffens ermittelt werden können, und zwar in der Weise, dass das Schiff, welches der Explosionsstelle am nächsten ist, zuerst den Stoß und alle übrigen Schiffe der Reihe nach, je nach ihrer Entfernung, ihn entsprechend später empfinden werden. Dieser Stoß bezeichnet die Zeit des Eintreffens der Kugelwelle, welche durch das Wasser hindurch nach allen Richtungen zur Oberfläche des Wasserspiegels sich fortgepflanzt hat; über der Mine selbst wird in dem Moment, als die Kugelwelle aus dem Wasser ausgetreten ist, eine entsprechende Wassermasse in die Höhe geschleudert werden, eine Kreiselbewegung von Oberflächenwellen wird auftreten, ganz ähnlich wie eine solche entsteht, wenn man einen Stein ins Wasser wirft. Diese Oberflächenwellen werden bedeutend langsamer fortschreiten, das nächste Schiff in starke schaukelnde Bewegung versetzen; die weiter entfernten werden je nach der Entfernung viel später von der schaukelnden Bewegung erfasst. An der Ursprungsstelle wird sich der Wasserspiegel schon vollkommen geglättet haben, während das am weitesten entfernte Schiff noch immer den Wirkungen langer, flacher Wellen ausgesetzt sein wird. In gleicher Weise hat man sich den Vorgang bei einem Erdbeben zu denken. — Der Vorphase bei instrumentellen Beobachtungen entspräche der als Stoß, beziehungsweise der bei den entfernteren Schiffen als Zittern gefühlten Bewegungsart; dem eigentlichen Bebenbilde mit dem Hauptausschlage dagegen entspräche das Schaukeln, in welches die Schiffe infolge der Oberflächenwelle versetzt wurden. Hier käme nur noch die Verschiedenartigkeit des Mediums in Betracht, welche eine rasche Fortpflanzungs-

geschwindigkeit zufolge hat, die dann in Rechnung zu ziehen wäre. — Bei Vergleichung der verschieden langen Vorphase der im ersten Theile abgehandelten Laibacher Erdbeben stimmt im allgemeinen der oben aufgestellte Satz, dass die Vorphase länger andauert, je weiter der Ursprungsort der Erdbebenwelle ist. Zu berücksichtigen wäre weiter noch der Umstand, dass Erdbeben der verschiedenen Erdbebenherde, am gleichen Punkte der Erdoberfläche beobachtet, verschiedene Vorphasenbewegung aufweisen.[1] Beim früher erwähnten Beispiel wurde keine Rücksicht genommen auf die Tiefe der Mine; um die Verschiedenartigkeit der Vorphasenbewegung jedoch aufklären zu können, muss man nun auch auf die jeweilige Tiefe des Ursprungsortes Rücksicht nehmen. Bisher weist in diesem Falle die Literatur eine große Lücke auf, und in den meisten Fällen hat man Herde nach verschiedenen Methoden ermittelt, die jedoch nicht einwandsfrei sind, umsoweniger, als alle derartigen Berechnungen bisher zumeist auf den mit Fehlern behafteten menschlichen Beobachtungen fußen. Omori[2] hat jüngst eine Arbeit, betitelt «Preliminary Tremors», herausgegeben; in dieser Arbeit vergleicht er eine Anzahl Vorphasen aus einer Reihe von Erdbeben, wie sie auf seiner Universitäts-Erdbebenwarte in Tokyo an dem exacten Horizontalpendel von nahen, fernen und sehr fernen Erdbeben durch eine Reihe von Jahren beobachtet wurden. Auch er gelangt zu dem Ergebnisse, dass die Vorphase (Preliminary Tremor) geeignet wäre zur annähernden Bestimmung der Entfernung des Erdbebenherdes; bei seiner vergleichenden Studie vernachlässigt er aber die jeweilige Tiefe des Erdbebenherdes. In dem Nachfolgenden soll ausgeführt werden, welchen Einfluss die Tiefe des Herdes auf die Vorphase (siehe Tafel IV, Figur 9) ausübt. Angenommen, es sei im Punkte A eine Stelle am Erdboden, unter welchem unmittelbar der Erdbebenherd liegt. Der zweite Punkt B bezeichne den Ort der instrumentellen Beobachtung, der außerhalb der stärkst erschütterten Zone liegt, wobei wir A und B geradlinig verbinden; da ergeben sich für die verschiedenen Herdtiefen, die in C_1, C_2, C_3 gelegen sind, folgende Gesichtspunkte: Linie AE stellt uns die geometrische Gerade der verschiedenen Herdtiefen dar. Der Herd wäre zum Beispiel seicht, in C_1 gelegen, so wird, wie an dem Beispiele früher im Meeresbecken erläutert wurde, eine Kugelwelle nach allen Punkten der Erdoberfläche ausstrahlen; in dem Moment, als die Kugelwelle die Erdoberfläche in A trifft, erscheint sie in der Zeichnung als Kreis, dessen Radius AC_1 ist.

[1] Zwischen Padua und Laibach schwanken die Werte von 20 bis 60 Secunden.

[2] Professor der Erdbebenkunde auf der Universität in Tokyo (Japan). Note on the Preliminary Tremor of Earthquake Motion. Vol. XI. Journ. Sci. Coll. Im. Univ. Tokyo. — Omori stellt aus einer Reihe von Beobachtungen für die Dauer der Vorphase eine lineare Gleichung auf: $7 \cdot 51\, y = x - 24 \cdot 9$ km, wobei y die Zeit und x die Entfernung bedeutet. Zu den Beobachtungen Omori's soll noch hinzugefügt werden, dass dieselben mit anderen Instrumenten gemacht wurden, wie die Laibacher Beobachtungen. Es ist leicht einzusehen, dass die Vorphase bei verschiedenen Instrumenten auch verschiedene Werte aufweisen wird, insbesondere wenn die instrumentelle Vergrößerung stark abweicht.

AC_1 ist zu gleicher Zeit der kürzeste Weg der Fortpflanzungsrichtung der Kugelwelle nach der Oberfläche hin, so wie C_1D_1 die Fortpflanzungsrichtung nach dem Punkte B angezeigt. In dem Moment, als die Welle bei A ausgetreten ist, in A also das Beben fühlbar wird, hat die Bebenwelle unter der Erde erst den Punkt D_1 erreicht. Die unterirdische longitudinal fortschreitende Erdbebenwelle hat noch die Strecke D_1B zurückzulegen, um dort die ersten Ausschläge am Instrumente zu verursachen. Durchschnittlich rechnet sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit dieser Erdwelle mit etwa 10 km in der Zeiteinheit. Im Punkte A, dem am stärksten erschütterten Gebiete, nimmt die Oberflächenwelle ihren Ausgang, die transversal fortschreiten wird, wie dies etwa durch die punktierte Wellenlinie in der Zeichnung (Tafel IV, Figur 9) zum Ausdrucke gebracht ist. Ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit erreicht nach den bisherigen Beobachtungen selten den halben Betrag (5 km) der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellenbewegung durch die Erde hindurch. Nimmt man als Entfernung der Punkte A und B z. B. 200 km an und den Weg bei seichtem Herd AB gleich BC_1, so wird die fortschreitende longitudinale Welle den Punkt B in 20 Secunden nach erfolgter Erschütterung am Herde C_1 erreichen. Vernachlässigen wir auch bei dieser Annahme eines Herdes in C_1 die Strecke AC_1 als sehr klein, und nehmen wir an, dass die Bewegung in A gleichzeitig mit der Bewegung in C_1 erfolgt sei, so wird die Oberflächenwelle längs der Linie AB nach etwa 40″ in B eintreffen. Die Zeitdifferenz des Eintreffens der einen und der anderen Welle beträgt somit 20″, was annähernd den experimentellen Erfahrungen entspricht.

Verlegen wir nun den Herd bedeutend tiefer, etwa nach C_2, und ziehen den Weg AC_2 in Betracht, welchen die Erdwelle zurückzulegen hat, um an den Punkt A zu gelangen. In der Richtung gegen den Beobachter B wird die Bewegung in dem Augenblick, als die Erschütterung in A bemerkt wird, bis D_2 vorgedrungen sein. Die Oberflächenwelle hat nun den längeren Weg AB zurückzulegen, während die innere Erdwelle den kürzeren Weg D_2B zurückzulegen hat und zudem mit der rascheren Geschwindigkeit fortschreitet. Die Dauer der Vorphase an den Instrumenten in B wird länger. Noch länger wird die Vorphase andauern, wenn man den Herd tiefer, nach C_3, verlegt.[1] Es soll auch ausdrücklich bemerkt werden, dass bei diesen einzelnen Beispielen die verschiedene Dichte der Erde nach der Tiefe hin gar nicht in Betracht gezogen wird, was ja schließlich auch geschehen müsste. Doch noch ein Moment muss dabei berücksichtigt werden, welches entschieden Einfluss nimmt auf die Dauer der Vorphase; es ist die Intensität, die Stärke des Erdstoßes, welche die Dauer der Vorphase im umgekehrten Sinne wie die Herdtiefe beeinflusst. Die experimentellen Erfahrungen haben

[1] In allen Fällen wird die Tangente AB länger, als der äußere Secantenabschnitt. Je weiter A von B entfernt ist, desto mehr wird sich das Gesagte bestätigen.

ergeben, dass bei sehr starken Beben im großen Umkreise herum, an den nahen Beobachtungsstationen die Vorphase bedeutend kürzer ist, als bei mäßigen Beben. Die Erklärung ist einfach. Mit der Zunahme der Stärke wird nicht mehr, wie etwa der Einfachheit halber angenommen wurde, ein Punkt, sondern eine größere Erdscholle durch die austretende Kugelwelle erschüttert, also eine Fläche, bei der von jedem einzelnen Punkte ihres Umfanges dasselbe gilt, was früher vom Punkte *A*. — Der Weg *AB* wird dann von der Peripherie der erschütterten Erdscholle anzunehmen sein, und wird entsprechend kürzer, da *A* näher an *B* zu liegen kommt. Am deutlichsten zeigt dies das Bebenbild der Katastrophe von Laibach am 14. April 1895, aufgenommen vom Kleinwellenmesser in Padua.[1] Das Bild war allerdings unvollständig, da die Nadeln über die Papierbandbreite hinaus geschleudert wurden. Eine zitternde Vorphase als solche, wie bei den schwächeren späteren Laibacher Beben, ist gar nicht bemerkbar. Deutlich kann jedoch wahrgenommen werden, dass der Hauptausschlag nicht an erster Stelle erfolgt ist. Prof. Vicentini, der Erfinder des Instrumentes hat seinerzeit daraus gefolgert, dass die Erdscholle zwischen Laibach und Padua gelegentlich der Katastrophe nahezu zu gleicher Zeit[2] erschüttert wurde, wobei Padua an den Rand der Erschütterungszone zu stehen komme.

Aus dieser einfachen Erläuterung über die verschiedenartigen Formen von Wellenbewegungen, die zu verschiedenen Zeiten gelegentlich eines Erdbebens an den verschiedenen Punkten durch Instrumente gemessen werden, geht klar hervor, wie wichtig für die Wissenschaft die instrumentellen Beobachtungen schon gegenwärtig sind, und welche vielversprechende Erfolge von der jungen Wissenschaft noch zu erwarten sind von dem Augenblicke an, als der Erdbebenbeobachtungsdienst der civilisierten Staaten so geregelt sein wird, wie etwa gegenwärtig der für Wetterbeobachtung eingerichtet ist.

Wir schätzen heute nach den Bebenbildern, die an den Instrumenten auftreten, die Distanz des Erdbebenherdes sowie zugleich annähernd die Intensität an Ort und Stelle. Es ist zu erwarten, dass auch die schwierigste Frage, die nach der Herdtiefe, welche uns dann einen Einblick in die Natur der Beben erlauben wird, nur auf dem Wege der instrumentellen Forschungen gelöst werden wird.

---

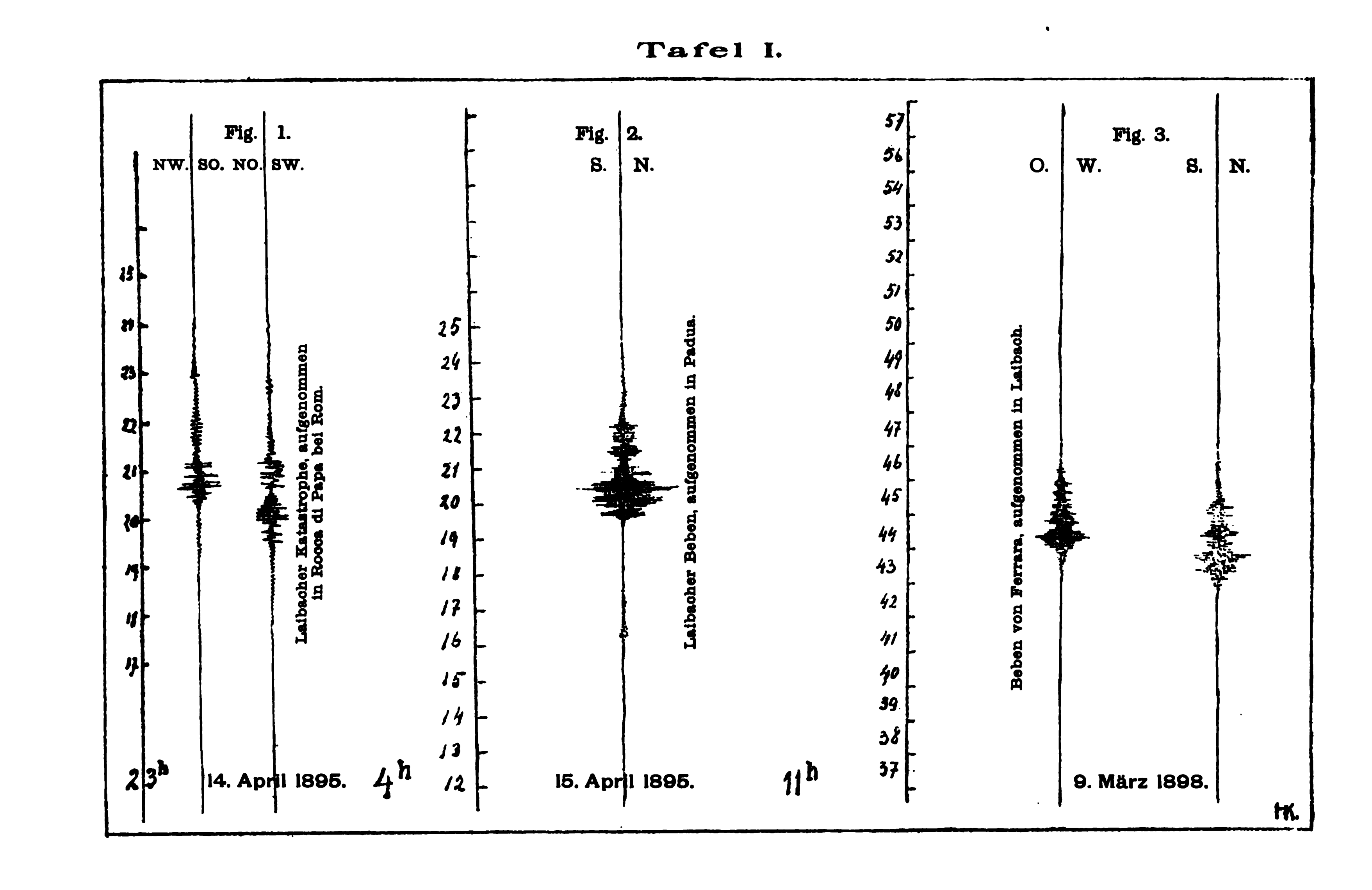
[1] Beiträge vom selben, l. c. S. 38.

[2] Zum mindesten in kaum messbarer Zeitdifferenz.

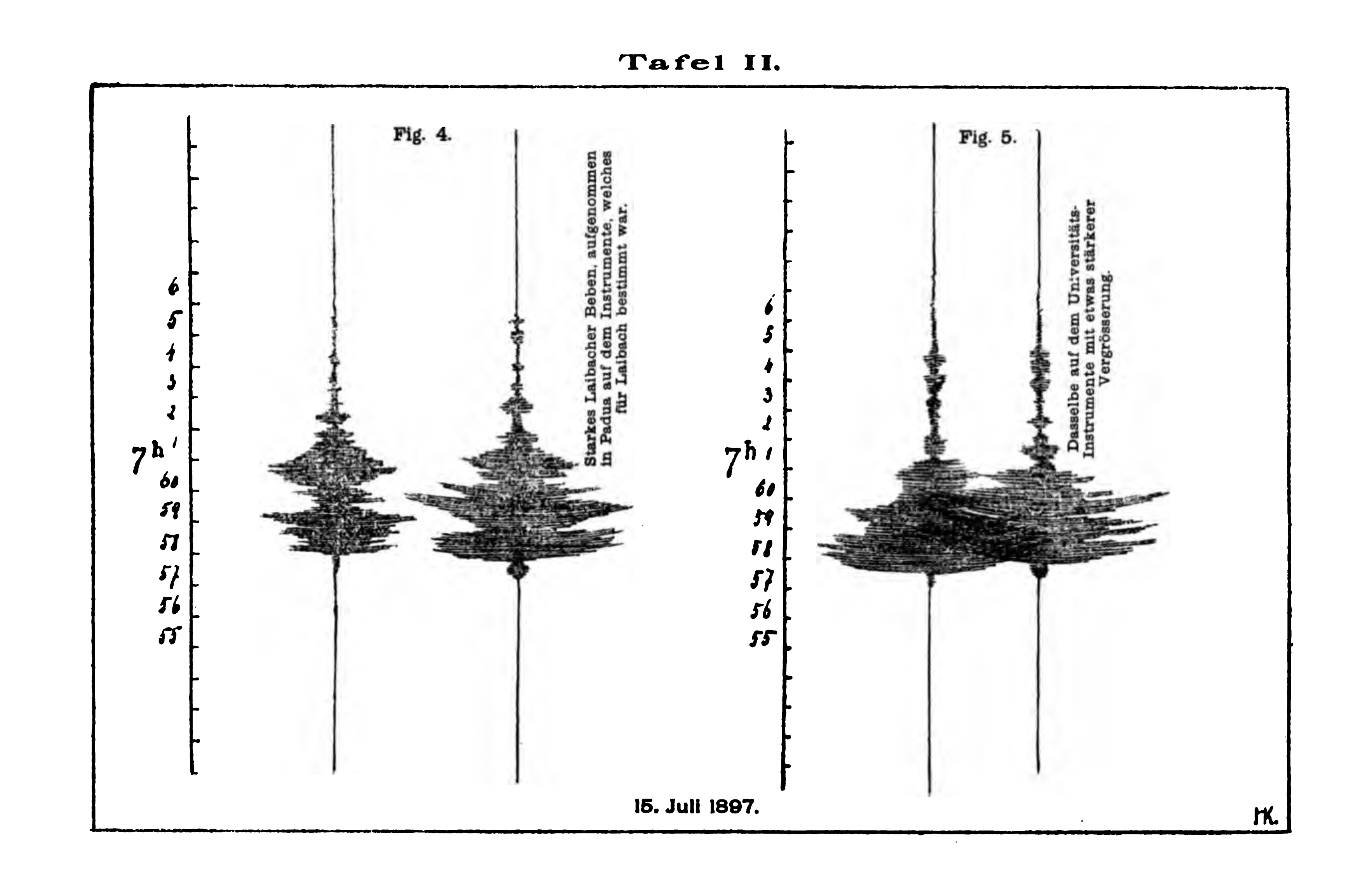
Im Selbstverlage des Verfassers.

Buchdruckerei von Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg in Laibach.

Tafel I.


Fig. 1.
NW.
SO.
NO.
SW.
Laibacher Katastrophe, aufgenommen in Rocca di Papa bei Rom.
23^h
14. April 1895.
4^h
Fig. 2.
S.
N.
Laibacher Beben, aufgenommen in Padua.
15. April 1895.
11^h
Fig. 3.
O.
W.
S.
N.
Beben von Ferrara, aufgenommen in Laibach.
9. März 1898.

Tafel II.

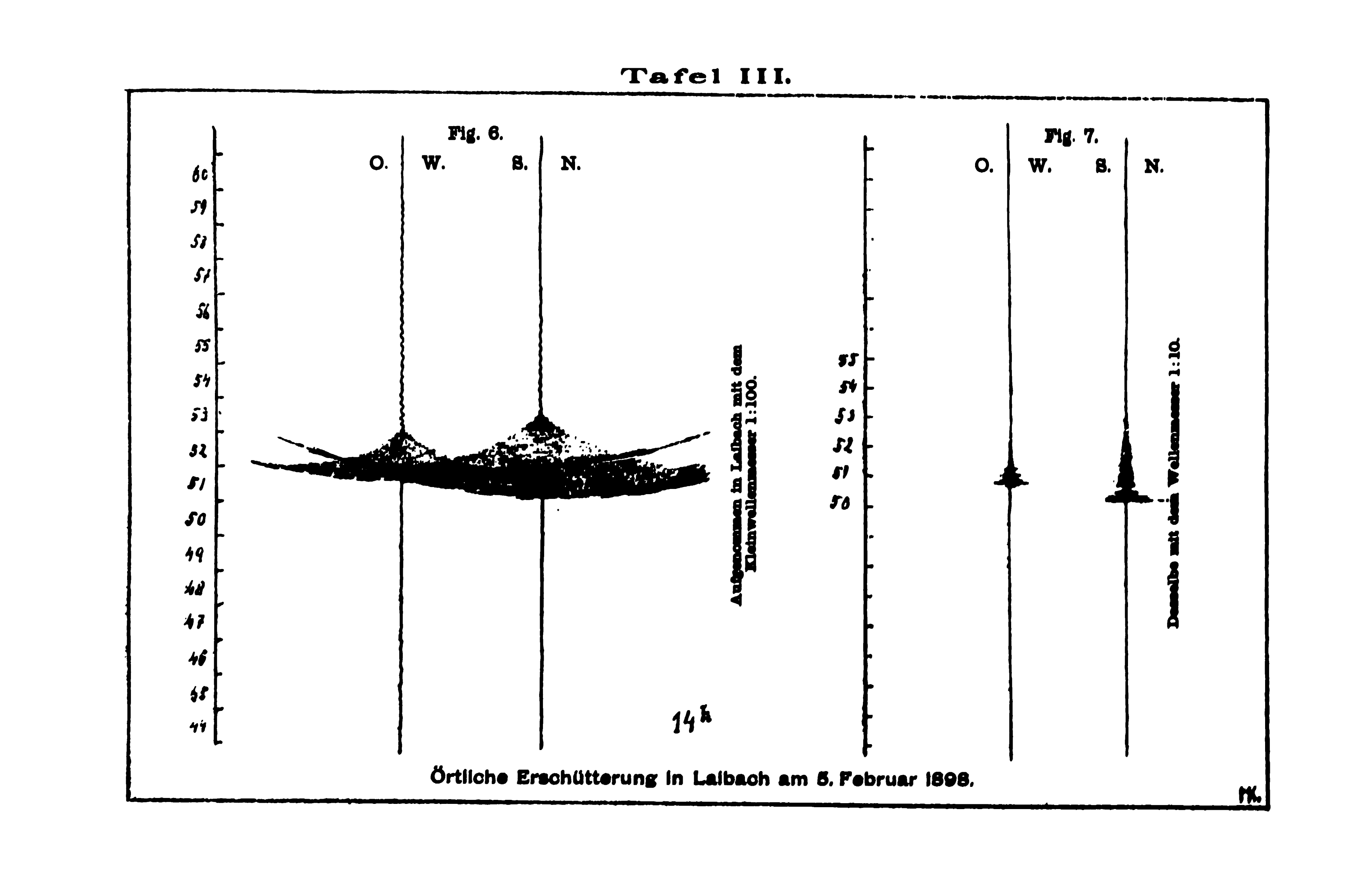


15. Juli 1897.

HK.



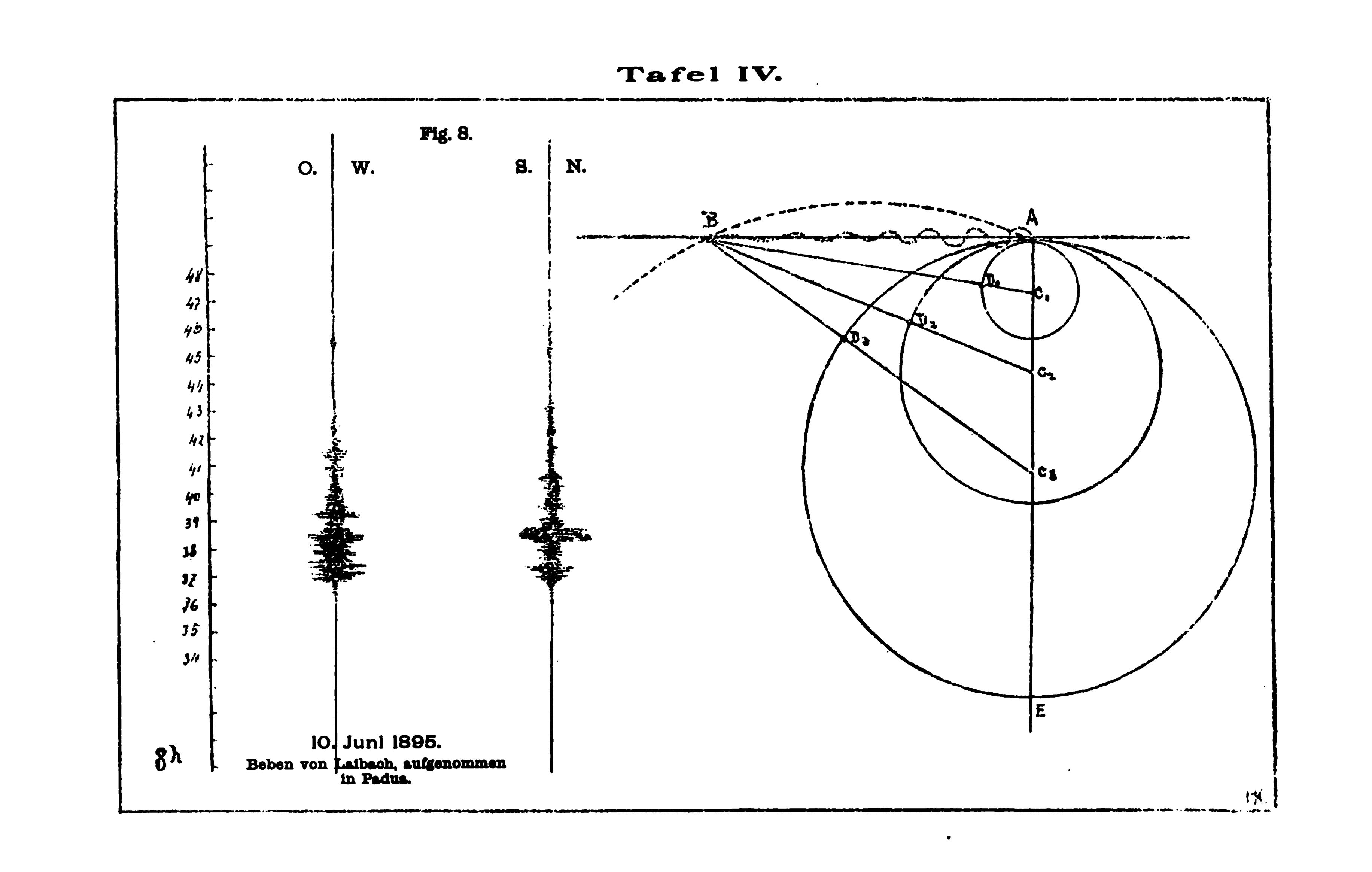
Tafel III.



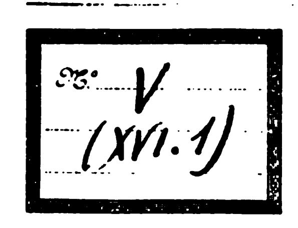
Örtliche Erschütterung in Laibach am 5. Februar 1898.



Tafel IV.



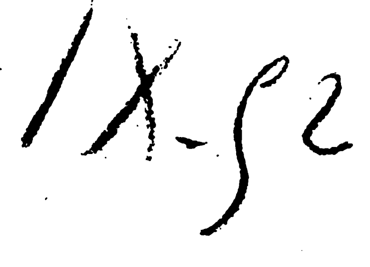
10. Juni 1895.
Beben von Laibach, aufgenommen in Padua.

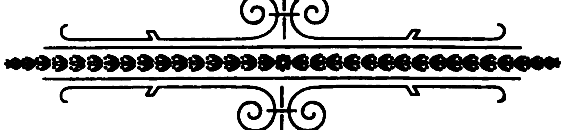


Laibacher Beben.

Von

Albin Belar.





1900.

Im Verlage der Erdbebenwarte.

Druck von Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg.

Erweiterung und Ausbau der Warte. Schon bei der Gründung der Erdbebenwarte an der k. k. Staats-Oberrealschule in Laibach (im Jahre 1897), welche durch die Municifenz der Krainischen Sparcasse ermöglicht und durch die heimischen Firmen Tönnies und Samassa in der ausgiebigsten Weise unterstützt wurde, hatte die Leitung derselben auf eine dem heutigen Stande der Wissenschaft entsprechende Erweiterung der Warte Rücksicht genommen und hiefür eine große Räumlichkeit im Keller und eine eben solche im thurmartigen Aufbaue des Realschulgebäudes von der Direction der Krainischen Sparcasse angesprochen. Die genannten Räumlichkeiten wurden, da sie unbenützt gestanden sind, ohneweiters der Erdbebenwarte für weitere Aufstellung von Instrumenten überlassen. Desgleichen führte die mehrjährige Erfahrung mit den bisherigen Instrumenten zur Erkenntnis, dass die Ergänzungsanlagen im Kellerraume ein dringendes Bedürfnis sind, da die bisherigen Apparate nicht vollständig ausreichen, um die verschiedenartigen seismischen Bewegungen, welche ihren Ursprung auf dem Laibacher Felde oder weiter im Umkreise haben, genau aufzunehmen. Die neuen Instrumente, welchen ohne Nachtheil, da sie auf festem Grunde fundiert werden, eine doppelte Vergrößerung wird gegeben werden können, sollen insbesondere die leichten Zitterbewegungen, welche starken örtlichen Erschütterungen stundenlang vorausgehen, aufschließen helfen, um die vorbereitenden Bewegungen eines örtlichen Bebens genau feststellen zu können, was bei der jetzigen Anlage nicht leicht möglich ist. Durch die Ergänzung des Instrumentals der Erdbebenwarte wird den bisherigen Instrumenten die Aufgabe zufallen, gröbere Erschütterungen in ihrer Gänze wiederzugeben, indes durch die Instrumente im Keller anderseits auch die unbedeutendsten Bodenbewegungen festgehalten werden sollen, die bisher einer genaueren Beobachtung nahezu ganz entgangen sind. Durch die Neuanlage im Keller sollen weiters auch die Übelstände behoben werden, die sich bisher einer genauen Bestimmung der Weltrichtung, in welcher seismische Bewegungen erfolgt sind, ergeben haben, da die Instrumente unabhängig von dem Mauerwerke des Gebäudes aufgestellt werden sollen.

An einen weiteren Ausbau und an eine Vervollständigung der Erdbebenwarte konnte jedoch erst gedacht werden, nachdem die Arbeiten an der jetzigen Warte vollendet waren, was erst im Vorjahre geschehen ist. In den Monaten Juni und Juli des Vorjahres wurde bereits die Thätigkeit der Warte in die Kellerräumlichkeiten verlegt. Zuerst wurden zwei größere und ein kleineres Steinpostament im Kellerraume in den natürlichen Schottergrund 1 $^1/_2$ Meter tief auf Beton-Sockel aufgesetzt; sodann wurde im selben Raume auf einer Hauptmauer des Gebäudes ein «Stoßmesser» nach Vicentini, ausgeführt von der Firma Samassa und dem Mechaniker Weber, zur Ausprüfung aufgestellt. Das Instrument functionierte durch 14 Tage tadellos, nur hatte sich hiebei herausgestellt, dass sich der Kellerraum infolge großer Feuchtigkeit nicht eher zur dauernden Aufstellung von Instrumenten eignet, bis nicht gründliche Umänderungen behufs Trockenlegung des Raumes vorangegangen sind.

Die Kosten für die Aufstellung der Steinpostamente, als Träger für neue Instrumente, hatte in großmüthiger Weise die Krainische Sparcasse getragen. Die weiteren baulichen Veränderungen im Kellerraume, die im Laufe der letzten Sommerferien hätten zu Ende geführt werden sollen, mussten jedoch unterbleiben, da der Erdbebenwarte keine weiteren Geldmittel zur Verfügung gestanden sind und die Direction der Krainischen Sparcasse eine weitere materielle Unterstützung der Warte im Juli 1899 abgelehnt hatte. Im laufenden Jahre stellte die Leitung der Erdbebenwarte neuerlich ein Ansuchen an die löbliche Sparcasse-Direction mit dem Hinweise, dass die Warte augenblicklich von keiner Seite eine größere Geldunterstützung erwarten darf und kann. Dem Ansuchen wurde eine Denkschrift angeschlossen, worin die Bedeutung der Erdbebenwarte sowohl vom wissenschaftlichen als auch vom technisch-praktischen Standpunkt entsprechend hervorgehoben wurde.

Im Monate April l. J. hatte die Krainische Sparcasse im Sinne des Ansuchens der Leitung der Erdbebenwarte Folge gegeben, und nun kann an die Verwirklichung der vieljährigen Pläne geschritten werden, und die dringend nothwendige Erweiterung dieses neuartigen wissenschaftlichen Instituts erscheint somit durch einen neuerlichen Gnadenact der Krainischen Sparcasse, bekannt als Gründerin der Warte, gesichert.

Gegenwärtig wird nun an der Herrichtung und Trockenlegung des Kellerraumes gearbeitet, und in kurzer Zeit dürften im Keller zwei größere Instrumente aufgestellt werden, welche eine noch größere Empfindlichkeit aufweisen werden wie die bisherigen.

Zugleich sind die Herstellungsarbeiten im thurmartigen Aufbaue des Realschulgebäudes in Angriff genommen worden, wo diejenigen meteorologischen Instrumente und Apparate zur Aufstellung gelangen sollen, die als Hilfs- und Controlapparate die seismischen Beobachtungen ergänzen und erweitern sollen. Hiebei kommen in erster Linie beständig registrierende Wind- und Luftdruckmesser in Betracht, die im thurmartigen Aufbaue den entsprechendsten Platz finden werden. Die geplanten Erweiterungsarbeiten an der Warte dürften im Laufe eines Jahres beendet werden, dann wird die Erdbebenwarte dem heutigen Stande der Wissenschaft entsprechend als vollständig bezeichnet und an die Seite aller ähnlichen Institute gestellt werden können.

Chronik. Seit 5. April l. J. besteht an der Erdbebenwarte in Laibach eine vollständige Telegraphenstation zum Zwecke directer telegraphischer Zeitsignalgebung von der Triester Sternwarte aus. Das hohe k. k. Handelsministerium hatte in Ansehung der Wichtigkeit der exacten seismischen Forschung den unentgeltlichen telegraphischen Verkehr mit der Triester Sternwarte gestattet. Die Krainische Sparcasse bewilligte großmüthig die zur Einrichtung der Telegraphenstation nothwendigen Geldmittel.

Am 25. Mai l. J. wurde der Erdbebenwarte die hohe Auszeichnung zutheil, dass sie neuerlich ein Mitglied des kaiserlichen Hauses, *Seine kaiserliche Hoheit Erzherzog Rainer,* Curator der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, in Begleitung Seiner Excellenz des Herrn Landespräsidenten *Victor Freiherr v. Hein* besuchte und sich eingehenden Bericht über die wissenschaftliche Thätigkeit der Warte von ihrem Leiter erstatten ließ.

Am 5. Juni l. J. wurde die Erdbebenwarte in das Staats-Telephon-Netz von Laibach einbezogen.

Die Warte wird nahezu täglich von einheimischen und auswärtigen Gästen, darunter auch Fachgelehrten, besucht; der Leiter der Warte gibt hiebei bereitwilligst die nothwendigen Aufklärungen.



Wissenschaftliche Thätigkeit. Kurze allgemeine wissenswerte Beobachtungen über Erdbeben wurden wie in den Vorjahren in der Laibacher Zeitung und in der wissenschaftlichen Beilage der Münchener Allgemeinen Zeitung veröffentlicht.

Seit dem Jahre 1900 werden allmonatliche Berichte über die seismischen Beobachtungen von der Warte herausgegeben und an verwandte Institute des In- und Auslandes versendet. Alle seismischen Beobachtungen werden auch im Bolletino der seismologischen Gesellschaft in Rom veröffentlicht.

Die seismischen Beobachtungen des Jahres 1899, soweit sie mit den Beben von Dalmatien im Zusammenhange stehen, wurden in den Mittheilungen der Erdbeben-Commission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften vom Leiter der Warte besprochen.

Die Leitung der Erdbebenwarte hatte wiederholt über Anfragen, in das Gebiet der seismischen Forschung schlagend, Auskunft ertheilt und ausführlichen Bericht über Errichtung der Warten, Wahl der Instrumente, Organisation des Beobachtungsdienstes über Ansuchen der Erdbeben-Commission der königlichen ungarischen geologischen Gesellschaft erstattet.

Die auf der Erdbebenwarte durch örtliche wie durch die Wirkung auswärtiger Erdbeben auf den Erdbebenmessern aufgezeichneten Linienbilder werden nach wie vor in photographischer Nachbildung auf einer Tafel, die man an einer verkehrsbelebten Stelle der Stadt, Congressplatz, Tonhalle, angebracht hat, ausgestellt.

Beben- und Wetterberichte erhält die Erdbebenwarte unentgeltlich von der meteorologischen Centrale in Rom sowie vom k. u. k. hydrographischen Amte in Pola; den telegraphischen Wetterbericht der meteorologischen Centrale in Wien spendet der Warte die Section Krain des Deutschen und Österreichischen Alpenvereines, wofür ihr der verbindlichste Dank ausgesprochen sei.

In den vergangenen Sommerferien versahen in Abwesenheit des Leiters den Beobachtungsdienst die Herren: *Franz Hurth,* Lehrer, und stud. tech. *Alois Cacak.* Auch im Laufe des Schuljahres wurde der Leiter vielfach von den Herren cand. jur. *Ernst Stöckl* und Hauptmann i. R. *v. Schrey* unterstützt; in der Herrichtung der Registrierstreifen machte sich der Schüler der VI. Classe *Lenarčič* verdient. Allen sehr geehrten Förderern und Gönnern und insbesondere den obgenannten Herren Mitarbeitern der Laibacher Erdbebenwarte, die in uneigennützigster Weise ihre Kräfte in den Dienst der Wissenschaft gestellt, sei an dieser Stelle der gebürende Dank ausgesprochen.

Örtliche Erschütterungen nach Beobachtungen an der Laibacher Erdbebenwarte.

Von Albin Belar.

Die exacten Bebenbeobachtungen, die an der Laibacher Erdbebenwarte seit Mitte September 1897 gepflogen werden, haben die nicht uninteressante Thatsache zutage gefördert, dass seit der Osterkatastrophe 1895 die Bebenerscheinungen sowohl der Intensität als auch der Häufigkeit nach im raschen Abnehmen begriffen sind.

Um einen näheren Einblick in die seismische Thätigkeit unseres heimatlichen Bodens zu gewinnen, wird allerdings eine Beobachtungsreihe von einigen Decennien nothwendig sein, doch schon die bisherigen instrumentellen Beobachtungen, verglichen mit den persönlichen Wahrnehmungen der vielen Erdbebenbeobachter[1] bieten eine Reihe wissenswerter Beiträge zur heimischen Bebenkunde.

Die Laibacher Erdbebenwarte stellte sich zur Aufgabe, Studien über die örtlichen Bebenerscheinungen mit Hilfe der Instrumente zu pflegen, und machte dabei schon in der kurzen Zeit die recht erfreuliche und überraschende Wahrnehmung, dass ein ganz kleiner Bruchtheil der seismischen Erscheinungen dem heimatlichen Schüttergebiete angehört. Um das Verhältnis in Zahlen auszudrücken, entfallen etwa von 40 bis 50 größeren seismischen Beobachtungen, die in einem Jahre gemacht wurden, im Maximum sieben auf das heimische Gebiet.

An der Laibacher Erdbebenwarte wurden bisher alle stärkeren Beben, die sich in letzterer Zeit in den Nachbarländern ereigneten, von den Instrumenten verzeichnet; doch wurden ebenso Beben, die an der Adria, sei es nun in Dalmatien oder Italien, ihren Ursprung hatten, von den Instrumenten wiedergegeben. In einigen Fällen sind die Ausläufer solcher fernen Beben auch von den Bewohnern der Stadt Laibach verspürt worden. Doch die Empfindlichkeit unserer Instrumente reichte noch weiter, da jährlich eine Reihe

[1] Die persönlichen Wahrnehmungen sind dem allgemeinen Bericht und der Chronik der in Österreich erfolgten Erdbeben, welche von der Erdbebencommission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften für die Jahre 1897, 1898 und 1899 veröffentlicht wurde, entnommen worden. Das Gebiet Krain behandelt Prof. F. Seidl, welcher, wie bekannt, von der Erdbebencommission als Referent für Krain und Görz-Gradisca bestellt ist.

von Beben von demselben verzeichnet wurde, die in Griechenland, Kleinasien, ja sogar in Mexico und Japan verheerend aufgetreten sind, so dass man sagen kann, dass kaum irgendwo auf dem Erdenrunde größere Erdbebenkatastrophen stattfinden, ohne dass dieselben von unseren Instrumenten wiedergegeben würden.

Die bisherigen Erfahrungen, welche gelegentlich seismischer Bewegungen gemacht wurden, sowie vergleichende Studien der Bebenbilder, die von den Instrumenten erhalten worden sind, machen es möglich, auf den ersten Blick die oberflächliche Entfernung des jeweiligen Bebenherdes nach dem Bebenbilde annähernd abzuschätzen; man ist daher jederzeit in der Lage, bei vorgefallenen Beben sagen zu können, gleichgiltig ob nun die Bodenbewegungen von Menschen hierorts verspürt worden sind oder nicht, der Herd sei unmittelbar unter der Scholle — in der Nähe — in der Nachbarschaft — oder in weiter Entfernung von uns.

Ganz besonders beruhigend für uns Laibacher muss nun die Thatsache sein, dass die Erdscholle, auf welcher die Stadt Laibach selbst steht, für den größten Theil der bisher instrumentell aufgenommenen Erschütterungen, die von uns als örtliche (locale) bezeichnet wurden, nicht der Ausgangspunkt gewesen ist. Allerdings war der Herd oder, besser gesagt, die stärkst erschütterte Zone bei den meisten örtlichen Beben, wie ja schon in den kurzen Berichten hingewiesen worden ist, die von der Warte unmittelbar nach der Erschütterung in den Tagesblättern veröffentlicht wurden, höchstens 5 bis 10 km von Laibach weit entfernt. Wir werden daher eine feinere Scheidung der örtlichen Bebenerscheinungen treffen müssen und ein Beben als «unmittelbar örtlich» bezeichnen, wenn uns nicht von einem Orte der Umgebung die Nachricht zukommt, dass dort das Beben stärker verspürt worden wäre; die Bezeichnung der sogenannten «örtlichen Beben» soll weiterhin beibehalten werden für Erschütterungen, die von unserer Nachbarschaft ausgegangen sind, etwa innerhalb 5 bis 10 km im Umkreise.

In vielen Fällen wird es jedoch schwer fallen, die verschiedenen subjectiven menschlichen Wahrnehmungen, die gelegentlich der Beben an mehreren Punkten der Schütterzone gemacht werden, nach der Stärke genau zu ordnen; auch spätere nach den Beben gemachte Aufnahmen an Ort und Stelle lassen oft nur schwer eine zuverlässige Classification der Stärke zu, in welcher das Beben dort aufgetreten ist. Ganz anders verhält es sich bei instrumentellen Messungen der Bodenbewegungen. Ausgehend von der Thatsache, dass jedes Bebenbild von einer leichten kurzen oder längeren Zitterbewegung, die wir Vorphase[1] (Preliminary tremor) nannten, eingeleitet wird und dass erfahrungsgemäß die Dauer der Vorphase abhängig ist von der

[1] Laibacher Erdbebenstudien, 1899, vom Verfasser.

[illegible]

Entfernung des Erdbebenherdes, können wir annehmen, dass über dem Bebenherde selbst die Bebenerscheinung auf dem Instrumente wahrscheinlich unvermittelt auftreten wird mit der Hauptbewegung an erster Stelle, ohne dass eine Zitterbewegung die Bebenzeichnung einleitet. Diese Annahme erscheint um so berechtigter, als in der That nach den bisherigen experimentellen Erfahrungen, die auch gelegentlich örtlicher Erschütterungen hier gemacht, die Vorphase desto kürzer ist, je näher die Orte der stärksten Erschütterung an Laibach gelegen, und die Vorphase kaum constatierbar ist bei Beben, wo die Erschütterung in Laibach selbst und sonst an keinem Nachbarorte wahrgenommen worden ist. Bei den instrumentellen Aufzeichnungen wird daher ein Beben als «unmittelbar örtlich» bezeichnet, wenn der Hauptbewegung oder dem Hauptausschlage keine deutliche Zitterbewegung vorausgeht; sobald jedoch dem Hauptausschlag etwa 1 bis 3 Secunden lang andauernde kürzere Bewegungen vorausgehen, wollen wir die Erschütterung eine «örtliche» nennen, da immerhin die nächste Nachbarschaft Laibachs der Ausgangspunkt derselben sein muss.

Je nach der Tiefe des Herdes und der Natur des Bebens wird der Umkreis auf der Erdoberfläche auch verschieden groß sein, innerhalb dessen etwa aufgestellte Instrumente eine seismische Bewegung als «unmittelbar örtliche» wiedergeben würden.

Von diesen Gesichtspunkten geleitet, lassen wir nun die örtlichen Beben aus dem Schüttergebiete Laibachs und Umgebung folgen.

Die einzelnen Bebenaufzeichnungen erscheinen hier in chronologischer Reihenfolge angeführt und bilden eine Vervollständigung der in den Jahren 1898 und 1899 bereits in der «Laibacher Zeitung» in knapper, allgemein wissenswerter Form von der Warte veröffentlichten wichtigsten Ergebnisse der jeweiligen instrumentellen Aufzeichnungen. Abänderungen und Richtigstellungen dieser ursprünglichen Berichte wurden nur dort vorgenommen, wo nachträgliche genaue Messungen der Diagramme mit Hilfe starker Vergrößerungen solche nothwendig machten. Die Fehlergrenze der Zeitangaben bei dieser Beobachtungsreihe beträgt im Maximum $\pm$ 10 Secunden.

Beobachtungen im Jahre 1897.

12. November, $19^h\ 56^m\ 50^s$. Nach den Aufzeichnungen auf dem Kleinwellenmesser ergibt sich die Stoßrichtung von NW.-SO. Der Maximalausschlag auf beiden Componenten beträgt 4·6 mm. OW.-Componente: Drei kurze Vorschläge bilden die Vorphase; Dauer der Bewegung zwei Minuten, darauf folgt eine Periode der stärkeren Ausschläge, etwa 25 Secunden andauernd, bei regelmäßiger Abnahme. Vom Anfange bis zum Ende ist eine leichte drehende Bewegung des Pendels an den regelmäßigen curvenartigen Ablenkungen zu erkennen, woraus geschlossen werden kann, dass die Pendelmasse durch die

Erschütterung in eine drehende Bewegung versetzt wurde. Ebenso deutlich tritt diese drehende Bewegung an der SN.-Componente auf, doch sind hier keine Vorschläge zu bemerken, sondern es tritt der Hauptausschlag unvermittelt an erster Stelle auf. Nach der Vorphase, die an der OW.-Componente kaum eine Secunde dauert, dürfte der Herd dieser Erschütterung in NO.-Richtung, etwa 5 km weit von Laibach, zu suchen sein.[1] Die resultierende Bewegung beträgt 6·6 mm.

20. November, $2^h\ 35^m\ 40^s$. Stoßrichtung nach dem Kleinwellenmesser NO.-SW. An der OW.-Componente: Hauptausschlag von 3 mm an erster Stelle, darauf zwei kurze Zitterbewegungen, dann etwa eine eine halbe Minute dauernde, abnehmende langsame Oscillation. An der SN.-Componente zwei, kaum eine Secunde währende, sehr kurze Vorschläge, darauf der Hauptausschlag mit 2 mm, an welchem zwei Zitterbewegungen rasch aufeinander folgen. In 20 Secunden erlischt die Bewegung vollständig. Der Herd desselben dürfte kaum 5 km vom Punkte der Beobachtung, in der Richtung NO. am Laibacher Felde, zu suchen sein.[2] Die resultierende Bewegung beträgt 3·6 mm.

20. November, $19^h\ 5^m\ 55^s$. Richtung NO.-SW. Auf beiden Componenten besteht die Zitterbewegung aus vier deutlich voneinander zu unterscheidenden Bewegungsphasen; OW.-Componente mit einem Hauptausschlage von 2 mm in der zweiten Bewegungsphase, desgleichen SN.-Componente mit einem Hauptausschlage von 2 mm in der dritten Bewegungsphase. Die Bewegung dauert insbesondere an der SN.-Componente über eine Minute. Nach den instrumentellen Aufzeichnungen scheint der Ursprungsort bei dieser seismischen Bewegung über 5 km von Laibach entfernt zu sein.[3] Die resultierende Bewegung beträgt 3·5 mm.

22. November, $23^h\ 2^m\ 40^s$ tritt am Kleinwellenmesser auf beiden Componenten eine kurze Bewegung von unmittelbar örtlichem Charakter auf; weder an der OW.- noch an der SN.-Componente gehen dem Hauptausschlag irgend welche Bewegungen voraus. OW.-Componente Hauptausschlag 2 mm,

[1] In der That liegen Berichte in den Mittheilungen der Erdbebencommission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien: V. E. v. Mojsisovics, Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1897 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben, Seite 160, vor, dass um dieselbe Zeit in St. Veit bei Laibach eine mit wenig Ausnahmen allgemein empfundene Erschütterung wahrgenommen wurde. Die Chronik bringt Meldungen, und zwar aus Laibach, St. Veit, Černuče, Ježica und Aich, obwohl es nicht anzunehmen ist, dass in den vielen zwischen Cernuče und Aich liegenden Orten sowie Domžale und Tersein die Erscheinung nicht etwa wahrgenommen worden wäre.

[2] Die Berichte der Chronik (Seite 161) über diese Erschütterung dürften ebenfalls unvollständig sein; leichte Bewegungen verzeichnen um diese Zeit nur Vižmarje und Tersein.

[3] Nach der Chronik (Seite 161) ist dieses Beben in mehreren Orten der nächsten Umgebung von Laibach verspürt worden, der weitentfernteste Ort ist Tersein.

SN.-Componente 1 mm, Richtung NW.-SO., Dauer 5 Secunden. Die Bewegung wurde von einigen wenigen Bewohnern in Laibach [1] verspürt. Resultierende 2·2 mm.

10. December, $18^h\ 15^m\ 10^s$, erscheint am Kleinwellenmesser eine starke örtliche Erschütterung, die in Laibach allgemein wahrgenommen wurde. Die Bewegung beginnt an der OW.-Componente mit einem kurzen Vorschlage, darauf folgt unmittelbar der Hauptausschlag mit 23·2 mm, die Spur des Hauptausschlages ist wiederholt unterbrochen, wie dies bei örtlichen Erschütterungen infolge der rüttelnden Bewegung der Schreibunterlage stets der Fall ist. Darauf tritt das Pendel in Schwingungen, welchen in der Dauer von 30 Secunden fortwährende Zitterbewegungen übergeordnet sind. Nach dieser Zeit setzt eine neue Bewegung ein, welche nach 20 Secunden vollends erlischt. An der SN.-Componente beginnt die Bewegung gleichzeitig mit zwei kurzen Vorschlägen, worauf unmittelbar der Hauptausschlag mit 22 mm erfolgt; auch auf der SN.-Componente tritt eine Eigenbewegung auf, die über eine Minute lang verfolgt werden kann. Richtung NW.-SO. Resultierende Bewegung als Maximalausschlag 32·5 mm.[2]

Vom 22. December 1897 bis 16. Jänner 1898 war der Kleinwellenmesser infolge Adaptierungsarbeiten im Instrumentenzimmer außer Dienst gestellt. Ein provisorisch aufgestelltes Instrument gab am 23. December gegen $18^h\ 18^m$ eine deutliche seismische Störung von örtlichem Charakter, die infolge der Unvollständigkeit der Zeichnung nicht näher bestimmt werden konnte.

Beobachtungen im Jahre 1898.

5. Februar. An der OW.-Componente beginnen die Bewegungen um $14^h\ 51^m\ 30^s$; starke Ausschläge über die ganze Bandbreite (81 mm). Nach 30^s geräth das Pendel in Eigenschwingungen, welche bis zur 53. Min. 35. Sec. andauern. Durch die starke Bewegung wird nun die Pendelmasse in Drehbewegung gesetzt, die anfangs eine deutliche Sinuslinie zur Folge hat, welche über eine Stunde lang zu verfolgen ist. Die ersten Ausschläge während der starken Bodenbewegungen erscheinen als unterbrochene Linie, bald als Punkt, bald als kurze Linien. Die nun folgenden Bewegungen bilden einen regelmäßigen Kegel, die Linien werden fortdauernd, sie zeichnen nun die Eigenschwingungen des Pendels auf, in welche derselbe durch die Erdbewegung versetzt wurde. Diesen ersten Aufzeichnungen geht eine fortdauernde Unruhe in der Dauer von mehreren Stunden voraus, von welchen ein großer Theil

---

[1] Nach Berichten der Chronik (Seite 162 und 163) wurde die Erschütterung außer in Laibach auch in St. Veit ob Laibach beobachtet.

[2] Dieses Beben ist in Woditz am stärksten, und zwar als Stoß wahrgenommen worden. (Siehe Chronik, Seite 165.)

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

wesentlich verschieden ist von den localen künstlichen Störungen. Desgleichen kann auf der für Oscillationen weniger geeigneten SN.-Componente eine deutliche Sinuslinie stundenlang vor dem Eintreffen der Hauptbewegung verfolgt werden. Nach diesen einleitenden mikroseismischen Bewegungen tritt auch hier an erster Stelle der Hauptausschlag nach links 48·6 mm, nach rechts über die Papierbandbreite nicht messbar hinaus. Diese Hauptausschläge sind an der SN.-Componente unterbrochen, und können an der linken Seite über zwanzig solcher Unterbrechungen gezählt werden. Die Zeit für die halbe Schwingungsdauer dürfte weniger als eine halbe Secunde betragen. Die Unterbrechungen zeigen deutlich, dass innerhalb dieses Bruchtheiles der Secunde die Schreibunterlage unter den Nadeln rasch hintereinander auf und ab bewegt wurde. Nur dadurch konnten solche unterbrochene Linien hervorgerufen sein. Nach der 17. Secunde hören auf der SN.-Componente die Zitterbewegungen auf, wieder kommt die Eigenschwingung des Pendels zum Ausdruck in einer regelmäßigen Bewegung bis zur 54. Min. 30. Sec. Die drehende Bewegung lässt sich auch an dieser Componente wie an der OW.-Componente deutlich verfolgen.

Der Wellenzeichner, mit einer Vergrößerung von 1 : 10, also für starke örtliche Bewegungen besser geeignet, zeigt viel deutlicher das Bild des Verlaufes der Erschütterung. Die Bewegung tritt im selben Momente auf, wie am Kleinwellenzeichner. Die OW.-Componente weist einen Ausschlag von 5·4 mm auf. Der Ausschlag nach rechts ist nahezu um die Hälfte länger als der nach links. Nach acht bis neun Secunden erscheint die Bewegung beendet. Eine zweite Phasenbewegung schließt sich an diese gleich an, regelmäßig zunehmend und abnehmend, mit dem Hauptausschlage von 1·6 mm. Die Gesammtbewegung dauert (wirkliche Bodenbewegung) an der OW.-Componente bis zur 27. Secunde, worauf eine Ablenkung der Schreibnadel in Curven nach rechts stattfindet und eine sehr schwache Eigenbewegung, im Anfange mit 0·5 mm beginnend, langsam erlöschend, sich noch weiter durch mehrere Minuten verfolgen lässt. Die einzelnen Hin- und Hergänge der Nadel auf der Schreibfläche überdecken sich anfänglich infolge der Raschheit der aufeinander folgenden Bewegungen. Auf der SN.-Componente der Hauptausschlag 8·1 mm. Der rechtsseitige Ausschlag beträgt 6·2 mm und der linksseitige Ausschlag 1·9 mm. Im ganzen sind vier Hin- und Hergänge in der Dauer von circa zehn Secunden zu verfolgen. Der erste Ausschlag ist insbesondere nach rechts mehreremale unterbrochen. Eine Pause von drei Secunden trennt die zweite Bewegungsphase von der ersten, deren Hauptausschlag wieder an erster Stelle mit 3·8 mm nach sechs Secunden erlischt. Das Pendel nimmt nach einer Ablenkung, die durch acht Secunden andauert, eine Eigenbewegung an, mit dem Ausschlage von 1·9 mm, die dann regelmäßig abnimmt. Allerdings sind in der Zeichnung der Eigenbewegung des Pendels einige schwache Bewegungen bemerkbar, die wahrscheinlich einer zugleich drehenden

[illegible]

Bewegung der Pendelmasse zuzuschreiben sind. Construiert man die Resultierende, die sich aus den beiden Componenten ergibt, so erscheint die Bewegungsrichtung senkrecht auf die Streichungslinie des Dinarischen Gebirgssystemes gerichtet, und zwar von NO. nach SW., etwa in Aich den Ausgangspunkt nehmend, wo bezeichnenderweise am selben Tage bereits ein Vorbeben beobachtet wurde.

Von den auswärtigen Warten notierte nur Padua am 5. Februar 1898 um $14^h\ 54^m$ leichte Ausschläge am Kleinwellenzeichner. Dieselben sind jedoch nicht messbar, da den ganzen Tag über infolge starken Windganges diese Störungsbilder jene der seismischen Bewegungen überdecken.

Hier möge ausdrücklich bemerkt werden, dass auch bei diesem Bebenbilde kurze Vorschläge in der Dauer von 1 bis 2 Secunden sowohl auf der OW.- als auch auf der SN.-Componente bemerkbar sind. Resultierende Bewegung nach der instrumentellen Aufzeichnung angenähert 100 mm.[1]

20. Februar, $8^h\ 45^m\ 14^s$, schwache örtliche Bewegung am Kleinwellenmesser mit einer kurzen Vorphase an der OW.-Componente.[2]

Am 24. März um $15^h\ 18^m$ und $20^h\ 13^m$ schwache Erschütterung von unmittelbar örtlichem Charakter am Kleinwellenmesser. Die letztere Bewegung wurde nach Mittheilungen an die Warte auch von einigen wenigen Bewohnern der Stadt verspürt.[3]

Am 15. und 16. April sind der Erdbebenwarte eine Reihe von leichten örtlichen Erschütterungen gemeldet worden; an den Instrumenten konnten um die angegebene Zeit keinerlei seismische Bewegungen entdeckt werden.

17. April,[4] $23^h\ 49^m\ 31^s$, sehr starke örtliche Erschütterung. Der Kleinwellenzeichner gab infolge der starken Vergrößerung kein vollständiges Bild; ebenso wie am 5. Februar war auch diesmal die Schreibfläche am Papiere zu klein für die starken Ausschläge der Nadel. Ein vollkommenes Bild ergab der Wellenzeichner, ein Apparat, welcher von der heimischen

---

[1] Das Beben vom 5. Februar wurde am stärksten neuerlich in Woditz verspürt.

[2] Die Chronik bringt keine Meldung einer seismischen Bewegung um diese Stunde, weder von Laibach selbst, noch von der Umgebung.

[3] Chronik wie vorher, darüber ohne Bericht.

[4] Der Vollständigkeit halber geben wir nachfolgende Erdbebenprophezeiung aus der englischen Zeitung «The Newcastle Daily Chronicle» wieder, die wahrscheinlich in England um dieselbe Zeit unter der Presse war, als in Laibach das Naturereignis eingetreten ist. Der Erdbebenprophet ist ein bekannter englischer Astronom. «Mr. Hugh Clements schrieb am Samstag (16. April 1898) und prophezeite Erdbeben für gestern. Er sagte: Am Morgen des 17. wird wahrscheinlich ein Erdbeben sein, welches in Persien, Kleinasien, Griechenland, Norditalien oder Krain bei Laibach stattfindet, auch in England können Zitterbewegungen empfunden werden. Vor 3 Uhr 20 Minuten des Morgens wird es nicht stattfinden, auch nicht später als 6 Uhr 48 Minuten, wenn es in England fühlbar wird, wenn aber in Laibach, dann eine Stunde früher. Die Stellung des Mondes und der Sonne ist derartig, dass während drei Stunden am Morgen des Sonntags, den 17., die Erdkruste einem ungeheuren Drucke in der oberwähnten Fläche ausgesetzt sein wird.»

Firma Tönnies mit der Bestimmung für starke örtliche Erdbewegungen gebaut worden ist. Die NS.-Componente bei diesem letzteren Instrumente verzeichnete den stärksten Ausschlag, und zwar mit 14·2 mm. Nach diesem Hauptausschlage, dessen Spur auf dem Papierbande durch Bewegung der Unterlage dreimal unterbrochen erscheint, folgt eine Bewegungsphase mit 6·5 mm in der Dauer von sechs Secunden. Gleich darauf schließen die Eigenbewegungen des Pendels an, welche regelmäßig abnehmen und nach drei Minuten erlöschen. Die OW.-Componente gibt den Hauptausschlag ebenfalls an erster Stelle mit 8·3 mm, welcher innerhalb der ersten fünf Secunden rasch abnimmt, um gleich darauf zu deutlichen Bewegungen von 2·5 mm anzuwachsen. Nach Unterbrechung von fünf Secunden tritt ebenfalls eine rasche Zitterbewegung in der Dauer von drei Secunden ein. Die Bewegung wächst rasch an und nimmt rasch ab. Das Maximum dieser drei Bewegungsphasen beträgt eine Minute. Die Bewegungsrichtung des ersten Impulses erscheint in der gleichen Weltrichtung NO.–SW., wie am 5. Februar 1898, und weicht nur um einige Grade gegen O. ab.

Construiert man die Resultierende aus den beiden Theilbewegungen O.–W. und S.–N., so fällt gegen SW. ihre Richtung mit dem Verlaufe der Eisenbahnstrecke am Moorgrund zusammen, gegen NO. trifft die Resultierende zwischen die Orte Jauchen und Brdo. Damit wäre nun die Bewegungsrichtung gekennzeichnet, in welcher die Hauptmauer des Realschulgebäudes durch die Bebenwellen versetzt worden war.

Der Ursprungsort für dieses Beben scheint aber nördlicher zu liegen, als der des Bebens vom 5. Februar. Resultierende Maximalbewegung nach dem Wellenzeichner angenähert 160 mm.

Was die auswärtigen Warten anbetrifft, so liegt ein Bericht von der Centrale in Rom vor, welchem entnommen wird, dass am 17. April außer Padua und Livorno keine der italienischen Erdbebenwarten irgend welche seismische Aufzeichnungen bekanntgegeben haben. In Livorno war der elektrische Proto-Seismograph von de Rossi gegen $23^{h}\ 55(\pm 3)^{m}$ von einer Bewegung, die von N. zu kommen schien, in der Dauer von drei Minuten ausgelöst worden. Wie die meteorologische Centrale bemerkt, sind diese Beobachtungen nicht vollkommen verlässlich, da der betreffende Berichterstatter aus Livorno selbst hinzufügt, dass in derselben Nacht mehrere Wiederholungen von Störungen am Instrumente aufgetreten sind, die durch den starken Seegang verursacht sein konnten, umsomehr, als der Centrale von den Stationen, die Krain viel näher liegen, wie Spinea, Mestre, Ferrara etc., negative Nachrichten eingelaufen sind. Padua sendet uns eine getreue photographische Nachbildung der Erdbebenaufzeichnung, welche jedoch sehr schwach und klein ist. Eine deutliche Bewegung beginnt in Padua an der OW.-Componente gegen 49 Min. 40 Sec. mit einem Hauptausschlage von 4 mm. Gegen die 50. Minute erlöscht die Bewegung vollkommen. Eine zweite Bewegungs-

periode tritt auf um 50 Min. 53 Sec., die gegen die 52. Minute vollkommen verschwindet. Der Hauptausschlag der zweiten Bewegungsphase beträgt 4·1 mm. Die SN.-Componente wird durch eine leichte Zitterbewegung, Vorphase, in der Dauer von einer Minute eingeleitet, worauf ein deutlicher Hauptausschlag von 1·4 mm folgt. Auch hier lassen sich über die 52. Minute hinaus eine Reihe weiterer Bewegungen verfolgen.

Vom 30. August bis zum 4. September war der Kleinwellenzeichner infolge Aufstellung neuer Instrumente außer Dienst gestellt.

7. September, $1^h\ 45^m\ 40^s$, schwache Erschütterung, die von einigen Personen gespürt wurde. Das der Erschütterung vorausgehende starke unterirdische Getöse weckte den Verfasser aus dem Schlafe, worauf sofort bei den Instrumenten nachgesehen wurde. Der Kleinwellenmesser hat den Hauptausschlag an erster Stelle gezeichnet, und zwar OW.-Componente 3·4 mm, SN.-Componente 4 mm. Die Gesammtbewegung dauerte bei 30 Secunden. Leichtere Ablenkungen lassen sich noch durch weitere 30 Secunden verfolgen. Resultierende angenähert 5 mm. Richtung des ersten Impulses von NW.–SO. Der Stoßmesser (Apparat zur Messung der verticalen Componente), der an diesem Tage das erstemal in Thätigkeit gesetzt wurde, gab eine sehr deutliche Aufzeichnung dieser seismischen Bewegung. Den Hauptausschlag mit 4 mm leiteten vier kurze Ausschläge von $1^1/_2$ mm ein. Etwa 20 Secunden hindurch waren die Ausschläge nahezu gleich stark, durch weitere 40 Secunden nahm die Bewegung nahezu regelmäßig ab.[1]

Am 13. October um $1^h\ 9^m$ verzeichnete der Kleinwellenmesser ein schwaches Beben. Der Hauptausschlag von 1·5 mm folgt auf der OW.-Componente nach einer 7 bis 8 Secunden dauernden Vorphase. Kurze Zitterbewegungen, langsam ab- und zunehmend, sind durch weitere 27 Secunden zu verfolgen, woran sich eine Minute lang andauernde langsame Bewegungen anschließen. Ein ähnliches Bild mit einem Hauptausschlage von 1·5 mm zeigt auch die SN.-Componente. An der verticalen Componente geht dem Hauptausschlage von 1·3 mm eine Ablenkung der Schreibnadel in der Dauer von 5 Secunden voraus. Nach weiteren 12 Secunden tritt eine schwächere zu- und abnehmende Bewegungsphase auf, die nach 18 Secunden vollkommen erlischt. Resultierende Bewegung 3·5 mm. Richtung des ersten Impulses NO.-SW.[2]

---

[1] Nach persönlichen Wahrnehmungen der Erdbebenbeobachter wurde dieses Beben (Chronik, Seite 105 ff.) in Woditz, Aich und Egg sehr stark verspürt.

[2] Von allen örtlichen Erschütterungen scheint in diesem Falle der Bebenherd am weitesten von Laibach entfernt gewesen zu sein, was aus der verhältnismäßig lang andauernden Vorphase geschlossen werden kann. Nach persönlichen Wahrnehmungen der Beobachter nach der Chronik entnimmt man, dass die Ortschaften Tersein, Jauchen und Aich das Beben allgemein wahrgenommen haben; doch auch noch in Stein wurde es schwach verspürt, in Laibach dagegen von Personen gar nicht, woraus hervorgeht, dass der Bebenherd näher an Stein als in

Am 2. December wurde ein schwaches Beben im Hügellande östlich vom Laibacher Becken wahrgenommen (nach der Chronik). An den Instrumenten wurden diese Erschütterungen nach genauer Prüfung der Diagramme nicht bemerkt.

Am 3. December $13^h\ 38^m$ traten schwache Zitterbewegungen auf, die nicht aufhörten und auf eine beständige Unruhe des Bodens hindeuteten. Gegen $17^h\ 35^m$ wurde von allen Instrumenten eine örtliche Bodenbewegung verzeichnet. Die Richtung war vorherrschend NNO. nach SSW. Die stärkeren Ausschläge sind auf der NS.-Componente aufgetreten, mit 5 mm als Maximum, Dauer 2 Secunden. Gleich darauf tritt eine Bewegung von 20 Secunden Dauer auf, mit 2·5 mm Ausschlagweite, und nach einer Pause von 7 Secunden eine dritte von 1 mm Weite und in der Dauer von 8 Secunden. OW.-Componente zeigt sechs deutlich unterscheidbare Gruppen von Ausschlägen, welche langsam und regelmäßig ab- und zunehmen, in Intervallen von 3 bis 4 Secunden; Maximalausschlag 2·7 mm, Dauer der ganzen Bewegung 1 Minute 20 Secunden; verticale Componente 2·3 mm, Dauer 8 Secunden. Diese Erschütterung wurde von vielen Personen in Laibach vermerkt, nicht so sehr wegen ihrer Stärke als wegen des starken Rollens, welches dieselbe begleitete. Resultierende Bewegung 9 mm. Kurze Vorphasen sind an allen Componenten bemerkbar.[1]

Beobachtungen im Jahre 1899.

Am 18. Jänner zeigten gegen $21^h\ 48^m$ abends alle Instrumente der Erdbebenwarte eine ziemlich starke örtliche Bodenerschütterung an. Der Hauptausschlag an der SN.-Componente 29·8 mm, an der OW.- 22·5 und Vertical-Componente 22 mm. Resultierende Bewegung angenähert 40 mm; eine ziemlich

---

Laibach liegen muss. Von den Beobachtern gibt die zutreffendste persönliche Wahrnehmung Oberlehrer Janežič in Aich, welcher nach einem Seitenruck eine dreimalige Hin- und Herbewegung verspürt hat. Ganz entsprechend dieser menschlichen Beobachtung ist die instrumentelle in Laibach, da auch das Bebenbild deutlich drei verschiedene Bewegungsphasen aufweist.

[1] In dem kurzen Berichte, der seinerzeit über dieses Beben an die Tagesblätter herausgegeben wurde, ist ausdrücklich bemerkt worden, dass diese Erdbewegung einen sehr nahen Erdbebenherd haben muss. Die Erdbebenbeobachter melden (Chronik, Seite 116 bis 117) aus Salloch einen starken Stoß, Rudnik, St. Veit, Černuče, Egg eine allgemein wahrgenommene Erschütterung, vorherrschend Getöse. In Wodits wurde das Getöse von den meisten, — in Laibach und in Aich von vielen Personen verspürt. Bezeichnend ist die Meldung aus Moräutsch, wo eine sehr leichte Erschütterung, aber ein um so stärkeres Getöse wahrgenommen wurde.

Beachtenswert ist, dass sich diese Bodenbewegung dem Menschen mehr als Getöse denn als Erschütterung bemerkbar machte. Nach den instrumentellen Aufzeichnungen dauerte die wirkliche Bodenbewegung über eine Minute, wobei sechs deutlich voneinander unterscheidbare, immer schwächer werdende Gruppen von Bewegungen aufgetreten sind. Es scheint somit, dass davon nur die erste, mit dem stärksten Ausschlage, für den Menschen als Erschütterung fühlbar war, alle anderen nachfolgenden schwächeren Zitterbewegungen nur noch als Getöse dem Menschen wahrnehmbar gewesen sind.

starke Vorphase in der Dauer von 4 bis 5 Secunden ist an allen Diagrammen deutlich unterscheidbar. Dauer der Gesammtbewegung nach instrumentellen Messungen 25 Secunden. Richtung von NW.–SO.[1]

Am 16. Februar, $3^h 27^m$, zeigten alle Instrumente eine Erderschütterung an. OW.-Componente 21·8 mm, SN.-Componente 34 mm. Resultierende der Hauptausschläge 39 mm, Verticalcomponente 9 mm. Vorphase mit ziemlich starkem Ausschlage tritt in der Dauer von 2 bis 3 Secunden an allen Componenten auf. Dauer der Bewegung 48 Secunden, wobei auf die Hauptbewegung 7 Secunden entfallen; in kurzen Intervallen wiederholen sich darauf drei etwa um die Hälfte schwächere kurze Bewegungen und nach einem Intervall von 13 Secunden tritt neuerdings eine ebenso starke kurze Bewegung wie die vorhergehende auf. Als bemerkenswert bei der letzten Erschütterung ist die drehende Bewegung hervorzuheben, welche sich am Bebenbilde deutlich zu erkennen gibt in lang gezogenen Schlangenlinien, und die erst nach der achten Minute langsam erlischt. Durch die drehende Bewegung wurden insbesondere die schweren Gewichte der Verticalpendel in eine Bewegung um ihre eigene Achse gebracht, die infolge der Trägheit der Pendelmasse solange angedauert hat. Richtung des Hauptimpulses von NW.–SO.[2]

Am 15. April um $16^h 25^m 11^s$ verzeichnete der Kleinwellenmesser eine leichte unmittelbar örtliche Erschütterung, welche mit einer kurzen Vorphase beginnt, die in Form leichter Zitterbewegungen auftritt. Dauer der Bewegung an den Instrumenten 50 Secunden. Die OW.-Componente zeigt einen Ausschlag von 2·5 mm, die SN.-Componente von 1·5 mm. Die Verticalcomponente zeigt nur eine einzige schwache Ablenkung. Die resultierende Bewegung

---

[1] In dem seinerzeit von der Warte veröffentlichten Zeitungsberichte wurde bereits hervorgehoben, dass der Herd dieses Bebens nicht unmittelbar unter der Stadt Laibach zu suchen ist, sondern dass die instrumentellen Beobachtungen auf einen 5 bis 10 km von Laibach entfernten Ursprungsort hinweisen. In der That ist dieses Beben nach den Mittheilungen der Chronik in den Orten Woditz, Preska etc. stärker wie in Laibach und stoßartig empfunden worden. Ein Beobachter in Laibach hat die einleitende leichte Bewegung (Vorphase) gespürt, worauf ein kräftiger Seitenruck (Hauptausschlag) folgte.

[2] Dieses Beben war nach der Chronik am stärksten in Woditz, wo deutlich zwei starke Stöße verspürt wurden. Die Beobachtungen des dortigen Pfarrers S. Žužek sind insofern bemerkenswert, als derselbe den größten Theil der seismischen Erscheinung, wie sie in Laibach von den Instrumenten wiedergegeben wurde, ganz zutreffend empfunden und analysiert hat. Es wird selten jemals vorkommen, dass bei persönlichen Beobachtungen die Dauer der einzelnen Erschütterungen und die Zwischenpausen mit so langer Zeitdauer veranschlagt wird, wie sie in der That den instrumentellen Beobachtungen angenähert entspricht.

Des Vergleiches halber mit unseren Beobachtungen lassen wir diesen Theil der interessanten Wahrnehmungen des Beobachters Pfarrer Žužek hier wörtlich nach der Chronik folgen: «Schon vorher wach, unterschied ich deutlich zwei Stöße in einem übrigens nicht ganz ruhigen Intervall von etwa 5^s. Doch war der zweite Stoß, wie die Bewegung, die er verursachte, stärker. Er kam nicht, wie meistens, von unten, sondern von der Seite, anscheinend in der Richtung N.–S., beurtheilt nach dem Schwingen der Hängelampe im ebenerdigen Zimmer. Der erste Stoß dauerte etwa 7^s, der zweite sicherlich 15^s. Vor dem Beben ein ungewöhnlich starkes Dröhnen, während desselben abnehmend, hörte es früher auf als das Beben. Gesammtdauer 27^s.»

In Bischoflack wurde ein verticaler Stoß und in Flödnig zwei Seitenstöße [illegible].

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

3 mm, Richtung NW.-SO. Das starke Getöse, welches die Erderschütterung begleitete, wurde von einzelnen Personen vernommen, insbesondere im Gebäude der krainischen Sparcasse.[1]

Am 26. Juni um $5^h 40^m 20^s$ verzeichneten nur die empfindlicheren Instrumente eine schwache örtliche Erschütterung. Richtung NW.-SO. OW.-Componente Hauptausschlag 2·5 mm mit 2 bis 3 Secunden lang andauernden kurzen Vorschlägen. Die SN.-Componente verzeichnete den Hauptausschlag an erster Stelle mit 2 mm; die resultierende Bewegung 4·1 mm; Verticalcomponente 3 mm. Dauer der Bewegung 30 Secunden. Diese Erdbewegung ist nicht unvermittelt gekommen, da kurze Zitterbewegungen am Kleinwellenmesser von dem vorhergehenden Abend bis gegen den Morgen zu, ohne eine andere äußere Ursache, fortwährend aufgetreten sind. Erdbebenherd in der nächsten Nähe der Stadt Laibach; das Beben wurde von mehreren Personen verspürt, welche angaben, ein eigenthümliches Sausen vernommen zu haben.[2]

Am 18. September um $6^h 16^m 23^s$ verzeichneten alle Instrumente ein starkes örtliches Beben: Vorphase 1 bis 2 Secunden. OW.-Componente 100 mm, SN.-Componente fast ebensoviel; Resultierende angenähert 141 mm, Verticalcomponente 24 mm. Das Bebenbild am Kleinwellenmesser ist unvollständig, da die Schreibfläche nicht ausreichte, um die starken Ausschläge in ihrer Gänze wiederzugeben. Am Wellenmesser (nur zehnfache Vergrößerung) verzeichnete die SN.-Componente einen Ausschlag von 9 mm, die OW.-Componente 10·3 mm. An der SN.-Componente treten zwei deutliche Bewegungsphasen (Stöße) auf, wovon die erstere, die stärkere, langsam abnehmend 10 Secunden, die zweite, etwas schwächere, 11 Secunden andauert; auf der dritten treten drei Bewegungsphasen auf: die erste 4 Secunden, die zweite 12 Secunden deutlich ab- und zunehmend, die dritte 9 Secunden. Die wirkliche Bodenbewegung lässt sich durch 30 Secunden hindurch verfolgen, nach dieser Zeit treten die Eigenschwingungen der Pendel auf. Bemerkenswert ist die Unruhe, welche am Kleinwellenmesser etwa 30 Minuten vor dem erfolgten Erdstoß aufgetreten ist. Diese Unruhe lässt auf ein fortwährendes leichtes Zittern des Bodens schließen, da nach der Art der Aufzeichnungen andere künstliche Störungen der Bodenruhe um diese Zeit ausgeschlossen waren. Außerdem traten in Zwischenräumen von etwa 20 Secunden starke Ausschläge auf, wie solche durch Kanonenschüsse hervorgerufen werden. Richtung der Bewegung auf allen Instrumenten vorherrschend von NW. gegen

[1] An diesem Tage sind bereits um 14h leichte Zitterbewegungen am Kleinwellenmesser aufgetreten. In der Chronik berichtet über dieses Beben ein einziger Beobachter aus Laibach.

[2] Da diesem Beben schon tagsvorher eigenthümliche Zitterbewegungen mit kurzen Unterbrechungen vorangegangen sind, so wurde in das Tagebuch der Warte noch vor dem Eintreffen dieses Bebens folgende Notiz eingetragen: «Am Kleinwellenmesser dauern kurze Ausschläge an, ähnlich den Vorboten localer Störungen.» Nach der Chronik dürfte diese Erschütterung noch am stärksten in Woditz verspürt worden sein. Der Beobachter classificiert sie als mittelstarken Stoß.

[illegible]

SO. Dieses örtliche Beben, welchem eine deutliche Vorphase vorausgeht, hat in allen seinen Erscheinungen viel Ähnlichkeit mit dem Beben vom 17ten April 1898; auch der Stärke nach sind die beiden verglichenen Beben wenig verschieden; während am 17. April 1898 der Hauptausschlag stärker war als beim letzteren, erscheinen demgegenüber die nachfolgenden Bewegungen beim Bilde vom 10. September stärker und länger andauernd. Eine halbe Stunde vor dem Beben beginnt eine merkliche Luftdruckzunahme.[1]

Am 30. September um 19^h 3^m verzeichnete der Kleinwellenmesser sowie der Stoßmesser eine schwache örtliche Erschütterung, die nur von sehr wenigen Personen in Laibach verspürt wurde. OW.-Componente eingeleitet durch eine 3 Secunden lang andauernde Vorphase, Hauptausschlag auf der OW.-Componente 3 mm, SN.-Componente ebenfalls 3 mm. Resultierende angenähert 4·3 mm, Verticalcomponente 3 mm. An der OW.-Componente, an welcher die Bewegung nahezu eine Minute dauerte, treten nach der Hauptbewegung noch drei langsam abnehmende Zitterbewegungen auf. Richtung NO.-SW.[2]

Bemerkungen zu Tafel I.[3]

Von allen bisher an der Erdbebenwarte in Laibach aufgezeichneten örtlichen Erschütterungen in den Jahren 1897, 1898 und 1899, welche oben angeführt erscheinen, können kaum vier derselben als unmittelbar örtlich bezeichnet werden. Es sind dies die Erschütterungen am 22. November 1897, 24. März 1898, 3. December 1898 und am 15. April 1899. Es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass auch beim letzten, oben angeführten Beben an der verticalen Componente eine kurze Ablenkung vor dem Hauptausschlage ganz deutlich zu entnehmen ist.

Ausgenommen die vier eben angeführten «unmittelbar örtlichen» Beben wären alle übrigen als «örtlich» zu bezeichnen, da bei ihnen eine kürzere

---

[1] Nach den Chronikberichten erscheint von diesem Erdbeben Woditz, Preska, Zeyer am stärksten erschüttert worden zu sein. In Woditz machte sich das Beben als ein starker Stoß von unten bemerkbar, begleitet von ungewöhnlich heftigen Bewegungen mit zwei kurzen Unterbrechungen. Gesammtdauer mit dieser einschließlich 10 bis 15 Secunden. Zwei Stöße wurden auch in Bischoflack, St. Martin, Trata und Flödnig wahrgenommen. Drei wellenförmige Schwingungen verzeichnet Mannsburg, Commenda vier einander folgende wellenförmige Schwankungen. Zwei Stöße wurden auch von Menschen in Laibach verspürt.

[2] In dem seinerzeit von der Warte herausgegebenen Zeitungsberichte wurde mit Rücksicht auf die Vorphase die Vermuthung ausgesprochen, dass letztere Bodenbewegung an einigen Punkten in der nahen Umgebung von Laibach deutlicher verspürt worden sein dürfte. Nach den Berichten der Chronik ist in der That in Jauchen, Rudnik, Veliki Ločnik das Beben allgemein deutlich wahrgenommen worden.

[3] Die Tafeln wurden vom Herrn cand. jur. Ernst Stöckl ausgeführt, so wie auch mit seiner Beihilfe die zeitraubende Nachprüfung der Registrierbänder aus früheren Jahren unternommen wurde. Für die freundliche Mitwirkung sei an dieser Stelle Herrn Stöckl der beste Dank ausgesprochen.



oder längere Vorphase auf Erschütterungen in benachbarten Gebieten hinweist. Thatsächlich liegen auch eine Reihe menschlicher Beobachtungen aus der Umgebung von Laibach vor, welche obige Annahme bekräftigen. Um ein anschauliches Bild von den bisher an der Warte beobachteten örtlichen Erschütterungen zu geben, wurden in der Tafel I die Maximalausschläge, und zwar nach der resultierenden Hauptbewegung, welche die instrumentelle Aufzeichnung ergeben hat, in etwas verkleinertem Maßstabe in Form verticaler Linien eingetragen. Über den resultierenden Hauptbewegungen sind Tag und Stunde der Erschütterung eingeschrieben.

Bemerkungen zu Tafel II.

Die Tafel II stellt graphisch zur Vergleichung einander gegenüber das Ergebnis der instrumentellen und das der menschlichen Beobachtungen von Erdbeben, die in Laibach wahrgenommen worden sind. Die menschlichen Beobachtungen sind der Chronik der Erdbebencommission in Wien entnommen.

Auf der linken Seite der Tafel sind alle örtlichen Erschütterungen, die an der Warte in Laibach seit September 1897 bis Juni 1900 beobachtet wurden, durch senkrechte Linien erkenntlich gemacht. Um dieselben mit den menschlichen Beobachtungen besser vergleichen zu können, wurden die einzelnen Beben nach der Forel'schen Intensitätsscala classificiert. Die Intensitätsstufenleiter von 1 bis 10 ist an der Senkrechten und die Zeit des Eintreffens eines Bebens an der Wagrechten abzulesen. Die unten stehenden römischen Ziffern bezeichnen die Monate.

Auf der rechten Seite der Tafel sind bei gleicher Anordnung die Erschütterungen, die in Laibach von den Erdbebenbeobachtern in dieser Zeit gemacht wurden, zur Anschauung gebracht. Die punktierten Linien bezeichnen jedoch jene persönlichen Bebenbeobachtungen, welche in der Chronik mit der Bemerkung als unsichere Beobachtung[1] angeführt erscheinen. Die Linien, welche einzelne Felder, die sonst leer sind, durchqueren, betreffen Zeitabschnitte, wo auf der einen oder der anderen Seite die einschlägigen Beobachtungen fehlen.

Ein Blick auf die Tafel II zeigt, wie leicht die menschlichen Beobachtungen über Beben, infolge von Selbsttäuschungen, Irrthümern ausgesetzt sind, denen die exacte instrumentelle Beobachtung allein das nöthige beruhigende Gegengewicht zu halten imstande ist.

---

[1] Bemerkenswert ist, dass in der Chronik die «unsicheren Beobachtungen» erst im Februar 1898 ihren Anfang nehmen; in diesem Monate hat nämlich die Laibacher Warte begonnen, auch örtliche Erschütterungen in den Tagesblättern zu veröffentlichen. Der wohlthuende Einfluss dieser Veröffentlichungen macht sich von dem Zeitpunkte an insoferne bemerkbar, als viele menschlichen Erdbebenbeobachtungen in Laibach vom Beobachter selbst als unsicher bezeichnet werden.

Bemerkungen zu Tafel III.[1]

Um eine Übersicht über die Richtung der verschiedenen örtlichen Erschütterungen zu gewinnen, soweit dieselbe nach den instrumentellen Aufzeichnungen entzifferbar war, wurde eine graphische Darstellung in der Tafel III beigegeben. Die Linien bezeichnen für die jeweiligen Beben die Stoßrichtung des ersten Impulses, wie dies im Texte besonders hervorgehoben wurde; wo die Bestimmung des ersten Impulses nicht möglich war, sei es, dass derselbe undeutlich oder, wie bei unmittelbar örtlichen Erschütterungen, gar nicht vorhanden war, so wurde die Richtung nach dem Hauptausschlage bestimmt. Zu bemerken ist, dass die Bewegungsrichtung des ersten Impulses häufig verschieden ist von jener der Hauptbewegung. Alle Stoßlinien münden in L (Laibach), dem Orte der Beobachtung; außerdem ist die Stärke durch ××× kenntlich gemacht.

Die bisherigen instrumentellen Beobachtungen an der Erdbebenwarte haben gezeigt, dass der Bestimmung der Bewegungsrichtung mancherlei Mängel anhaften, insbesondere bei örtlichen Erschütterungen. Bei örtlichen Erschütterungen ist nämlich die Periode der Bewegungen eine so rasche, dass die einzelnen Linien der Diagramme zum großen Theile überdeckt sind. Durch die enorme Geschwindigkeit der Hin- und Herbewegung der Schreibnadeln erscheint innerhalb der wirklichen Bodenbewegung die Rußschichte vollkommen weggefegt, zu dem kommt noch die heftige auf- und abgehende Bewegung der Schreibunterlage, wodurch, wie schon bemerkt wurde, unterbrochene Linienbilder entstehen.

Bei den exacten Bestimmungen der Bewegungsrichtung ist ferner auch der Umstand in Erwägung zu ziehen, dass die Apparate auf einer Hauptmauer des Gebäudes aufmontiert sind und somit insbesondere die Bewegungen dieser Hauptmauer getreulich wiedergeben. Da jedoch die Längsrichtung dieser Hauptmauer von der N.-S.-Richtung nur um einige Grade abweicht, ist immerhin anzunehmen, dass jene Bodenbewegungen, welche von O.-W. oder umgekehrt erfolgen, viel besser wiedergegeben werden als jene in der Richtung N.-S., da die Mauer viel leichter nach der Breite als nach der Quere in Schwingungen geräth. Wir müssen daher auf die örtlichen Erschütterungen trotz der Zerlegung der Stoßrichtung in zwei Theilbewegungen immerhin mit einer Verzerrung in der Wiedergabe der Bewegungsimpulse Rücksicht nehmen, ein Übelstand, der vollends aufgehoben sein wird, wenn eigene Instrumente unabhängig vom Mauerwerke des Gebäudes im Keller-

[1] Richtigstellung: Bei den Datumangaben ist an einer Richtungslinie auf der N.-W.-Seite statt 10./X. 1897 das Datum 10./XII. 1897 zu lesen.

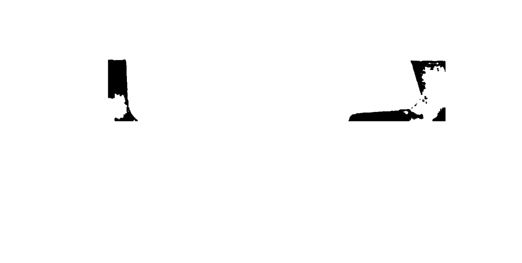
raum in Thätigkeit gesetzt werden, was noch im Laufe dieses Jahres geschehen soll.

Schließlich darf nicht unerwähnt bleiben, dass bei örtlichen Erschütterungen von mehreren Punkten der nächsten Umgebung zugleich Bodenbewegungen eintreffen, in welchen Fällen die Pendelmassen der Instrumente in langanhaltende drehende Bewegung gerathen. Es wäre daher ein Fehler, den Bebenherd punktförmig anzunehmen, was in der Wirklichkeit auch niemals der Fall sein wird.

Schlusswort.

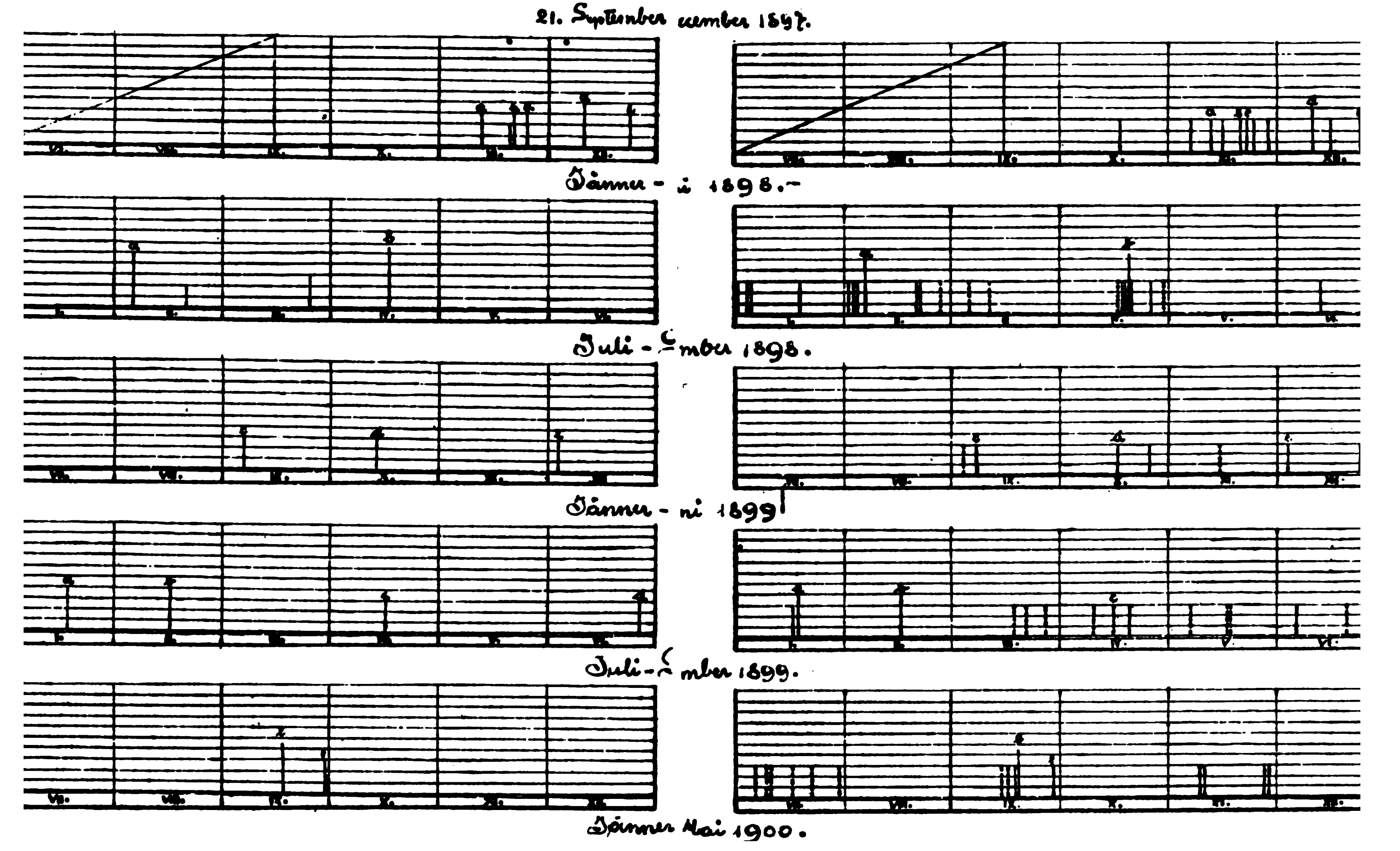
Die bisherigen exacten Forschungen über die Erdbebenerscheinungen auf heimatlichem Boden lassen folgende Thatsachen erkennen:

1.) Bebenhäufigkeit und Bebenstärke nehmen an Ort und Stelle rasch ab;
2.) «unmittelbar örtliche» Erschütterungen gehören zu den Seltenheiten und erfolgen im Jahre höchstens ein- bis zweimal;
3.) örtliche Erschütterungen vom Nachbarboden versetzten die Erdscholle von Laibach kaum zwei- bis dreimal so in Bewegung, dass dieselbe den Menschen stärker fühlbar wird;
4.) stärkere örtliche Erschütterungen stellen sich nicht unvermittelt ein, denn in den meisten Fällen sind stundenlang vorher Zitterbewegungen auf den empfindlichsten Instrumenten constatierbar;
5.) häufig werden örtliche Beben durch Erdbebenkatastrophen auf anderen Welttheilen ausgelöst, wo nachweislich (laut instrumenteller Aufzeichnung) die Ausläufer derselben unseren Boden durchziehen und unsere Instrumente stundenlang in Bewegung erhalten.



Tafel I.

Graphische Darstellung der resultierenden Hauptbewegung aller bisher an der Warte beobachteten örtlichen Erschütterungen.


(Die nach den instrumentellen und persönlichen Beobachtus übereinstimmenden Beben sind mit gleichen Buchstaben bezeichnet.)
21. September [?] ember 1897.
Jänner – [?] 1898.–
Juli – [?] mber 1898.
Jänner – [?] ni 1899
Juli – [?] mber 1899.
Jänner Mai 1900.

A. Belar. Laibacher Beben. **Tafel III.**

Bewegungsrichtung der einzelnen Beben

ermittelt aus den Diagrammen.

